

# Untersuchung zur Auswirkung und Bedeutung von Risikofaktoren für Staphylococcus aureus-Infektionen des Euters in Thüringer Milchviehherden

---

**Madlen Kümpel**



**INAUGURAL-DISSERTATION** zur Erlangung des Grades eines **Dr. med. vet.**  
beim Fachbereich Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen



*édition scientifique*  
**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**

**Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt.**

Jede Verwertung ist ohne schriftliche Zustimmung des Autors oder des Verlages unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

1. Auflage 2013

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the Author or the Publishers.

1<sup>st</sup> Edition 2013

© 2013 by VVB LAUFERSWEILER VERLAG, Giessen

Printed in Germany



*édition scientifique*  
**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**

STAUFENBERGRING 15, D-35396 GIESSEN  
Tel: 0641-5599888 Fax: 0641-5599890  
email: [redaktion@doktorverlag.de](mailto:redaktion@doktorverlag.de)

**[www.doktorverlag.de](http://www.doktorverlag.de)**

Aus dem Klinikum Veterinärmedizin  
Klinik für Geburtshilfe, Gynäkologie und Andrologie der Groß- und Kleintiere mit  
Tierärztlicher Ambulanz und dem Tiergesundheitsdienst der Thüringer  
Tierseuchenkasse

Betreuer: Prof. Dr. A. Wehrend

**Untersuchung zur Auswirkung und Bedeutung von  
Risikofaktoren für *Staphylococcus aureus*-Infektionen des  
Euters in Thüringer Milchviehherden**

INAUGURAL-DISSERTATION  
zur Erlangung des Grades eines  
Dr. med. vet.  
beim Fachbereich Veterinärmedizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

eingereicht von

**Madlen Kümpel**

Tierärztin aus Bad Salzungen (Thüringen)

Gießen 2013

Mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität  
Gießen

Dekan: Herr Prof. Dr. Dr. h. c. Martin Kramer

Gutachter: Prof. Dr. A. Wehrend  
Prof. Dr. C. Ewers  
Prof. Dr. G. Erhardt

Tag der Disputation: 09.07.2013

„Ich erkläre: Ich habe die vorgelegte Dissertation selbständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der "Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis" niedergelegt sind, eingehalten.“

Meinen Eltern und Schwestern

## Inhaltsverzeichnis

1	<b>Einleitung</b> .....	1
2	<b>Literaturübersicht</b> .....	2
2.1	<i>Staphylococcus aureus</i> .....	2
2.2	Mastitis.....	3
2.2.1	Ätiologie und Pathogenese .....	5
2.3	<i>Staphylococcus aureus</i> -Infektion des Euters.....	6
2.3.1	Reservoir und Risikofaktoren für <i>Staphylococcus aureus</i> -Infektionen der Milchdrüse .....	7
2.3.2	Symptomatik der <i>Staphylococcus aureus</i> - Infektionen der Milchdrüse .....	11
2.4	Bekämpfung von <i>Staphylococcus aureus</i> - Infektionen der Milchdrüse .....	12
2.4.1	Hygiene- und Melkmanagement .....	13
2.4.2	Antibiotische Behandlung .....	15
2.4.2.1	Lokale Behandlung .....	17
2.4.2.2	Systemische Behandlung .....	18
2.4.3	Vakzination .....	18
2.4.4	Weitere Bekämpfungsmaßnahmen .....	23
3	<b>Material und Methoden</b> .....	19
3.1	Betriebe .....	21
3.2	Fragebogen .....	21
3.3	Milchproben .....	22

3.3.1	Milchprobenentnahme und -versand .....	22
3.3.2	Probenbearbeitung .....	23
3.3.2.1	Zellzahlbestimmung.....	23
3.3.2.2	Kulturelle Anzüchtung.....	23
3.3.2.3	Antibiogramm.....	25
3.4	Datenerfassung .....	25
3.4.1	Leistungsdaten .....	25
3.4.2	Dokumentation der Betriebsdaten .....	26
3.4.3	Erstellung und Dokumentation des Datenvergleichs .....	26
3.5	Fragestellung .....	27
3.6	Statistische Auswertung .....	27
<b>4</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>29</b>
4.1	Auswertung des Fragebogens .....	29
4.1.1	Haltungsbedingungen.....	29
4.1.1.1	Anzahl gehaltener Tiere.....	29
4.1.1.2	Art der Liegefläche.....	29
4.1.1.3	Sauberkeit der Liegefläche .....	31
4.1.1.4	Annahme der Liegefläche .....	32
4.1.1.5	Qualität der Liegefläche .....	34
4.1.1.6	Art der Lauffläche .....	35
4.1.1.7	Qualität der Lauffläche.....	36



4.1.1.8	Beräumung der Lauffläche.....	38
4.1.1.9	Entmistungsfrequenz .....	39
4.1.1.10	Rutschfestigkeit .....	40
4.1.1.11	Stallklima .....	41
4.1.1.12	Einsatz von Lüftern .....	42
4.1.1.13	Zusammenbringen von Kühen und Färsen.....	43
4.1.2	Melktechnik und -hygiene .....	44
4.1.2.1	Melkanlage .....	44
4.1.2.2	Betriebsvakuum .....	45
4.1.2.3	Taktfrequenz.....	46
4.1.2.4	Melkfrequenz .....	46
4.1.2.5	Nutzung der Melkzeugzwischeninfektion .....	48
4.1.2.6	Art der Melkzeugzwischeninfektion .....	48
4.1.2.7	Verwendetes Mittel zur Melkzeugzwischeninfektion .....	49
4.1.2.8	Reinigung des Euters .....	50
4.1.2.9	Reinigung von Mehrwegtüchern .....	51
4.1.2.10	Reinigung stark verschmutzter Euter.....	52
4.1.2.11	Verwendung von Desinfektionsmittel bei der Euterreinigung.....	53
4.1.2.12	Durchführung der Euterreinigung.....	54
4.1.2.13	Sauberkeit der Euter vor der Reinigung.....	54
4.1.2.14	Sauberkeit der Melker.....	56

4.1.2.15	Vorhandene Handwaschmöglichkeiten.....	56
4.1.2.16	Nutzung der Handwaschmöglichkeiten.....	58
4.1.2.17	Verwendung von Handschuhen.....	59
4.1.2.18	Art der Zitzendesinfektion .....	59
4.1.2.19	Art der Desinfektion von Hand .....	60
4.1.2.20	Wirkstoffgruppe des Zitzendesinfiziens .....	61
4.1.2.21	Vorhandensein einer Pflegekomponente .....	61
4.1.2.22	Barrieredip .....	62
4.1.3	Mastitismanagement.....	63
4.1.3.1	Sekretkontrolle .....	63
4.1.3.2	Sekretveränderung .....	63
4.1.3.3	Bakteriologische Untersuchung bei klinischer Mastitis .....	64
4.1.3.4	Routine Bakteriologische Untersuchung .....	65
4.1.3.5	Behandlungszeitpunkt .....	65
4.1.3.6	Art der Behandlung .....	66
4.1.3.7	Behandlung nicht klinisch erkrankter Viertel .....	67
4.1.3.8	Systemische Behandlung .....	67
4.1.3.9	Behandlung von Tieren mit Zellzahlerhöhung .....	68
4.1.3.10	Art der Behandlung von Tieren mit Zellzahlerhöhung .....	68
4.1.3.11	Bakteriologische Untersuchung vor dem Trockenstellen .....	69
4.1.3.12	Vorgehen bei positiver Bakteriologischer Untersuchung (BU) .....	70

4.1.3.13	Trockenstellen unter Antibiotikaschutz .....	70
4.1.3.14	Wirkstoff antibiotikahaltiger Trockensteller.....	71
4.1.3.15	Anwendung von „teat sealern“ .....	71
4.1.3.16	Art des Trockenstellens .....	72
4.1.3.17	Verwertung von Mastitismilch .....	72
4.1.3.18	Resistenzlage .....	73
4.1.3.19	Laktationsbehandlung subklinisch infizierter Tiere.....	73
4.1.3.20	Häufigkeit infizierter Färsen .....	74
4.1.3.21	Verfahrensweise bei positiven Tieren .....	74
4.1.2.22	Auftreten von Rezidiven bzw. therapieresistenten Tieren.....	75
4.2	Vergleich der Leistungsdaten aus der Milchleistungsprüfung.....	76
4.2.1	Vergleich der Leistungsparameter zwischen Kühen mit Nachweis von Staphylococcus aureus in der Milch und ohne Nachweis unter Beachtung der Prävalenz.....	76
4.2.1.1	Milchleistung.....	76
4.2.1.2	Milchfett .....	77
4.2.1.3	Milcheiweiß .....	78
4.2.1.4	Laktosegehalt .....	79
4.2.1.5	Zellzahl .....	80
4.2.1.6	Harnstoffgehalt .....	81

4.2.2	Vergleich der Leistungsparameter aus 14 Betrieben zwischen Kühen mit Nachweis von <i>Staphylococcus aureus</i> in der Milch und ohne Nachweis .....	82
4.2.2.1	Milchleistung .....	82
4.2.2.2	Milchfett .....	82
4.2.2.3	Milcheiweiß .....	83
4.2.2.4	Lakosegehalt .....	83
4.2.2.4	Zellzahl .....	83
4.2.2.5	Harnstoffgehalt .....	84
<b>5</b>	<b>Diskussion</b> .....	<b>85</b>
5.1	Diskussion der Fragestellung.....	85
5.2	Diskussion der Methode .....	85
5.3	Diskussion der Ergebnisse .....	86
5.3.1	Haltungsbedingungen .....	86
5.3.2	Melktechnik und Melkhygiene.....	91
5.3.3	Mastitismanagement.....	94
5.4	Leistungsdaten .....	97
5.5	Fazit für die Praxis .....	101
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>103</b>
<b>7</b>	<b>Summary</b> .....	<b>106</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>108</b>

9	<b>Anhang</b> .....	125
10	<b>Danksagung</b> .....	134

## Abkürzungsverzeichnis

BU	Bakteriologische Untersuchung
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
DVG	Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft
e.G.	eingetragene Genossenschaft
e.V.	eingetragener Verein
<i>E.</i>	<i>Enterococcus</i>
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GmbH & Co KG	Gesellschaft mit beschränkter Haftung und Compagnie Kommanditgesellschaft
Kg	Kilogramm
KNS	Koagulase negative Staphylokokken
kPa	Kilopascal
l	Liter
LPG	landwirtschaftliche Produktionsgenossenschaft
mg	Milligramm
ml	Milliliter
MLP	Milchleistungsprüfung
mm	Millimeter
n	Anzahl
p	Wahrscheinlichkeit
<i>Sc.</i>	<i>Streptococcus</i>
SEA bis SEE	Staphylokokkenenterotoxin A bis Q-kodierende Gene
SEH bis SEU	Staphylokokkenenterotoxin H bis U-kodierende Gene

ssp.	subspecies
TGD	Tiergesundheitsdienst
TSST	Toxic Shock Syndrom Toxin
w. V.	wirtschaftlicher Verein
%	Prozent
°C	Grad Celsius





### 1 Einleitung

Die durch *Staphylococcus aureus* verursachte Mastitis ist eine der wichtigsten und weltweit sehr häufig nachgewiesenen Euterentzündungen (DVG, 2009). Sie geht mit einer geringeren Milchmenge und damit auch mit vermindertem Einkommen einher und ist somit eine Krankheit mit beachtlicher wirtschaftlicher Bedeutung (PHILPOT, 1984).

Ziel dieser Arbeit war es, zu untersuchen, ob es zwischen ausgewählten Thüringer Milchviehherden mit hoher und niedriger Prävalenz an *Staphylococcus aureus* Nachweisen im Milchsekret deutliche Unterschiede in der Haltung, der Melktechnik und -hygiene und im Mastitismanagement gibt. Dazu wurden 23 Betriebe mit hoher Prävalenz an *Staphylococcus aureus* verursachter Mastitis und 19 Betriebe mit niedriger Prävalenz dieser Erkrankung mittels eines Fragebogens untereinander verglichen. Damit sollen Risikofaktoren aufgedeckt werden, um gezielter gegen Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus* vorgehen zu können.

Des Weiteren wurde untersucht, inwiefern sich Kühe mit Nachweis von *Staphylococcus aureus* in der Milch in ihren Leistungsdaten im Vergleich zu nicht betroffenen Kühen unterscheiden.

## 2 Literaturübersicht

### 2.1 *Staphylococcus aureus*

*Staphylococcus aureus* sind Gram positive, Koagulase- und Katalasepositive Bakterien. Sie wachsen auf Blutagar als mittelgroße, glatte, unregelmäßig cremefarbene bis goldgelbe, im Durchmesser ca. 1 - 3 mm große Kolonie.

Der Keim stellt keine besonderen Wachstumsansprüche, er kann auf einem breiten Spektrum verschiedener Nährböden angezüchtet werden (BLOBEL und SCHLIESSER, 1994).

Es sind verschiedene Hämolysezoneen vorhanden, die des  $\alpha$ -Hämolysins ist klar, breit und vollständig. Die Hämolysezone des  $\beta$ -Hämolysins ist bei 37°C eine unvollständige, deutlich abgegrenzte. Seltener treten nicht hämolysierende Stämme oder solche mit einer schmalen, abgegrenzten vollständigen Hämolyse durch  $\delta$ -Hämolysin auf. Zusätzlich gibt es Stämme, die ein  $\gamma$ -Hämolysin bilden. Die verschiedenen hämolysinbildenden Bakterien unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Erythrozyten bestimmter Spezies (SELBITZ, 2002).

*Staphylococcus aureus* ist ein physiologischer Besiedler der Haut und Schleimhäute bei Mensch und Tier.

Infektionskrankheiten werden in erster Linie durch Koagulasepositive Staphylokokken ausgelöst, zu denen neben *Staphylococcus aureus* auch *Staphylococcus hyicus* ssp. *hyicus* und *Staphylococcus intermedius* zählen, die ebenfalls in der Milch nachgewiesen werden konnten (RAMPONE et al., 1993; ROBERSON et al., 1996; CAPURRO et al., 1999). Somit spielt *Staphylococcus aureus* auch eine Rolle als Lebensmittelvergifter. Bedeutung kommt hier den Enterotoxinen und dem Exotoxin Toxic Shock Syndrom Toxin 1 (TSST-1) zu. Letzteres war in der Milch klinisch erkrankter Tiere (58,1 % der Isolate) und subklinisch infizierter Tiere (76,7 %), als auch in der Tankmilch (67,5 %) nachweisbar (TAKEUCHI et al., 1998). Es kann das „Toxic Shock Syndrom“ auslösen.

Die Enterotoxine sind hitzestabil und können durch Kochen, Pasteurisieren etc. nicht zerstört werden. Beim Menschen führen sie durch Reizung des Brechzentrums über Vagus- und Sympathikusfasern zu Erbrechen, Durchfall und Kreislaufbeschwerden. Die Übertragung kann neben der Milch auch durch kontaminiertes Fleisch oder durch Tröpfcheninfektion durch den Menschen selbst stattfinden. Die Milch gilt als das

tierische Produkt, durch das *Staphylococcus aureus* hauptsächlich übertragen wird (DE BUYSER et al., 2001). Sie ist ein besonders geeignetes Medium für das Wachstum von *Staphylococcus aureus*, da dieser Kasein hydrolysieren und Laktose fermentieren kann (DEGO et al., 2002).

### 2.2 Mastitis

Die Mastitis ist eine Krankheit mit beachtlicher wirtschaftlicher Wichtigkeit. Euterentzündungen sind verbunden mit verminderter Milchmenge und damit auch mit vermindertem Einkommen (PHILPOT, 1984). Außerdem kommt es zu erhöhten Abgangsraten und einer schlechteren Bezahlung infolge erhöhter somatischer Zellzahlen (SMITH und HOGAN, 1993). Eine Infektion der Milchdrüse kann zu jedem Zeitpunkt während der Laktation oder vor der ersten Laktation stattfinden (OLIVER und MITCHELL, 1983). Eine genaue Definition über die Kategorien der Eutergesundheit liegt durch die Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft vor (DVG, 2002), die auf der Grundlage der Vorgaben der International Dairy Federation erstellt wurde. Unterschieden wird dabei zwischen normaler Sekretion, latenten Infektionen, unspezifischer Mastitis und der Mastitis selbst mit ihrer subklinischen, klinischen oder chronischen Verlaufsform.

Als Tiere mit normaler Sekretion gelten solche, bei denen an den Vierteln äußerlich keinerlei pathologische Veränderungen erkennbar sind und bei denen außerdem keine euterpathogenen Keime in der Milch nachgewiesen worden sind. Der Zellgehalt der Milch liegt mit unter 100.000 Zellen/ml im Normbereich.

Bei einer latenten Euterinfektion kommt es zwar nicht zur Erhöhung der Zellzahl, aber es sind Erreger im Eutersekret nachweisbar. Die DVG weist allerdings auch darauf hin, dass anhand dieser Definition bei herkömmlicher Probenentnahme von Viertelanfangsgemelkproben nicht zwischen einer latenten Infektion des Eutergewebes und einer Besiedlung oder Infektion, die auf den Zitzenkanal begrenzt ist, unterschieden werden kann.

Werden klinische Befunde wie pathologische Veränderungen am Euter, grobsinnliche Veränderungen der Milch oder eine Zellzahlerhöhung von über 100.000 Zellen/ml festgestellt, ohne Nachweis eines Erregers, so ist dies als eine unspezifische Mastitis definiert. Sind solche klinischen oder subklinischen Befunde

zusammen mit einem Erregernachweis zu erheben, so handelt es sich um eine Mastitis.

Sowohl die unspezifische Mastitis als auch die Mastitis können verschiedenartige Verlaufsformen annehmen.

Bei einem subklinischen Verlauf sind äußerlich am Euter keine krankhaften Veränderungen zu erkennen, allerdings kommt es zur Zellzahlerhöhung. In zwei von drei innerhalb einer Woche entnommenen Proben sind Erreger nachweisbar und es kommt zu einer Veränderung der chemischen Zusammensetzung der Milch.

Die Zellen aus dem Blut und dem Eutergewebe bestimmen die somatische Zellzahl (WENDT et al., 1994). Es handelt sich um Abwehrzellen wie polymorphkernige Leukozyten mit einem Anteil von 12 bis 61 % an der somatischen Zellzahl, sie können bei Entzündungen auf 90 bis 96 % ansteigen. Außerdem sind Lymphozyten zu 4 bis 31 % vorhanden, meist T- und Null- Lymphozyten, weniger B-Lymphozyten. Der Anteil der Makrophagen liegt bei 17 % im Kolostrum, während des Trockenstehens ist er größer. 14 bis 54 % der Milchezellen machen nicht differenzierbare Zellen aus, beispielsweise abgestorbene Zellen und deren Zerfallsprodukte (MIELKE und MICHEL, 1994).

Kommt es zu grobsinnlicher Veränderung der Milch in Form von Flockenbildung, jedoch ohne klinische Symptome am Euter, liegt eine geringgradig klinische Mastitis vor.

Eine mittel- bis hochgradige klinische Mastitis ist definiert durch das Auftreten von klassischen Entzündungssymptomen wie Temperaturerhöhung, Schmerz und Schwellung am Euter. Häufig kommt es auch zum Anstieg der Körpertemperatur, die Milch ist makroskopisch verändert.

Bei einer chronischen Mastitis handelt es sich um eine langfristige Erkrankung, die weder spontan noch durch Behandlung zur Ausheilung gebracht werden konnte. Die betroffenen Euterviertel können dauerhaft pathologisch verändert und somit lebenslänglich verkleinert sein oder subklinische Befunde aufweisen.

Pathologisch-anatomisch wird zwischen katarrhalischer, hämorrhagisch-nekrotisierender, eitrig-abszedierender, granulomatöser oder interstitieller, nicht eitrig Mastitis unterschieden (SCHULZ, 1994; WEISS, 1999).

### 2.2.1 Ätiologie und Pathogenese

Die größte Bedeutung haben Mastitiden infektiösen Ursprungs, hier können Bakterien inklusive Mykoplasmen, Pilze/Hefen, Algen oder Viren als auslösendes Agens wirken. Mastitiden aufgrund unbelebter Noxen, wie thermische, traumatische, toxische oder chemische Einflüsse, spielen eher eine untergeordnete Rolle. Subklinische oder klinische Mastitiden ohne Erregernachweis weisen ein Vorkommen von 15 bis 20 %, in Ausnahmefällen von 50 bis 80 % auf (WENDT et al., 1994). Grundsätzlich gilt die Mastitis als multifaktorielles Krankheitsgeschehen. Prädisponierende Faktoren sind dabei schlechte Haltungs- und Ernährungsbedingungen, Anomalien von Euter, Zitzen oder des Strichkanals sowie Milchstauungen, fehlerhaftes Melken, auch durch suboptimalen maschinellen Milchentzug, ungenügendes Ausmelken oder auch eine Allgemeinerkrankung des Tieres (WEISS, 1999).

Je nach Infektionsweg kann zwischen einer galaktogenen, als wichtigsten Übertragungsweg, einer hämatogenen, lymphogenen- oder Wundinfektion unterschieden werden. Bei der galaktogenen Infektion dringt der Erreger über den Strichkanal in die Zitzenzisterne und Milchgänge ein. Der hämatogene Weg führt über den Blutstrom ins Euter. Gelangen Erreger über offene Hautwunden der Zitzenhaut oder Euterhaut ins Eutergewebe liegt eine lymphogene- oder Wundinfektion vor (WEISS, 1999).

Nach Invasion des Euters mit *Staphylococcus aureus* heften sich die Bakterien an die Epithelzellen der Zitzen- und Drüsenzisterne, das Gewebe der Zitze und der Zisterne wird zerstört (FROST, 1975; FROST et al., 1977; JONES et al., 1998). Beim Anheften wirkt auch die Schleimkapsel des Erregers fördernd (AGUILAR et al., 2001). Danach steigen die Keime in das Gangsystem auf (JONES et al., 1998). Sie verteilen sich nicht gleichmäßig im Euter, sondern besiedeln hauptsächlich das Gangepithel (ANDERSON, 1982).

Phagozytierte Erreger können in den weißen Blutkörperchen überleben (JONES et al., 1998), staphylokokkenhaltige neutrophile Granulozyten werden abgekapselt, wobei Abszesse entstehen, die die Milchgänge verlegen und so den Abfluss blockieren können. Die Milchproduktion ist vermindert (ANDERSON, 1982).

Nach Eindringen des Erregers kommt es zunächst zu einer latenten Infektion, die sich nach Einwirkung von Stress zu einer subklinischen oder klinischen Mastitis entwickeln kann.

Die Stressoren, die dabei einwirken, können exogener oder endogener Herkunft sein und führen zur Beeinträchtigung der Immunabwehr. Dies erklärt auch die erhöhte Rate der Mastitisneueinfektionen in der Früh lactation der Hochleistungskühe (HAMANN UND KÖMKER, 1999), da in diesem Zeitraum besonders viele Stressoren auf hormoneller, metabolischer und zytologischer Ebene auf die Tiere wirken.

### 2.3 *Staphylococcus aureus*-Infektion des Euters

Mastitiden, verursacht durch eine Infektion mit *Staphylococcus aureus* sind eine der wichtigsten und weltweit sehr häufig nachgewiesenen Euterentzündungen (DVG, 2009).

Neben den wirtschaftlichen Einbußen durch den Milchverlust, wird dem Erreger durch die Bildung von Enterotoxinen auch eine lebensmittelhygienische Bedeutung zugeschrieben.

In verschiedenen Studien wurde die Prävalenz für das Auftreten der Staphylokokken-Mastitis ermittelt. ROBERSON (1994a) untersuchte 18 verschiedene Herden zum Zeitpunkt des Abkalbens. Bei 8,1 % der Erstkalbinnen konnte eine durch Koagulase-positive Staphylokokken ausgelöste intramammäre Infektion nachgewiesen werden, wobei die Prävalenz in den verschiedenen Herden von 0 bis 27 % reichte.

In Brandenburg wurden 9910 Viertelgemelksproben aus 80 verschiedenen Betrieben gewonnen. Dort ermittelte man in unterschiedlichen Tiergruppen durchschnittliche Viertelprävalenzen von *Staphylococcus aureus* zwischen 3,9 und 8,5 %. Der Anteil von *Staphylococcus aureus* an allen bakteriologisch positiven Proben lag bei 30,1 % (KÖSTER, 2004).

Laut KIRST et al. (2001) betrug der Anteil von *Staphylococcus aureus* an euterpathogenen Erregern in Deutschland 17,3 %. In Brandenburg ermittelte KÖSTER (2004) einen Anteil von *Staphylococcus aureus* an den vorkommenden kontagiösen Erregern von 25,9 % zu Beginn und 47,4 % am Ende der Laktation.

Eine Studie wurde auf dem Prince Edward Island durchgeführt. Hier hatte *Staphylococcus aureus* eine Prävalenz von 74 % und war mit hohen Zellzahlen

verbunden (OLDE RIEKERINK et al., 2006). Bei einer in Ragusa, Sizilien, durchgeführten Untersuchung konnte für *Staphylococcus aureus*-Nachweise in der Milch eine Prävalenz von 22,6 % festgestellt werden (FERGUSON et al., 2007).

### 2.3.1 Reservoir und Risikofaktoren für *Staphylococcus aureus*-Infektionen der Milchdrüse

Mastitiserreger werden aufgrund ihrer Pathophysiologie in sogenannte „minor pathogens“, dazu zählen zum Beispiel *Corynebacterium bovis* und koagulasenegative Staphylokokken (KNS) (SMITH und HOGAN, 1995) und „major pathogens“ eingeteilt. Zu den major pathogens zählt *Staphylococcus aureus*.

Die major pathogenes können aufgrund ihrer Epidemiologie in kontagiöse Erreger und Umweltkeime eingeteilt werden. Kontagiöse Erreger sitzen im infizierten Viertel oder auf der Haut dieser Viertel (KLAstrup 1963; TOLLE 1982; BRAMLEY und DODD 1984; DVG, 2002), Umweltkeime sind dagegen in der Umgebung der Tiere zu finden. Kontagiöse Erreger verbreiten sich durch ständige Neuinfektion von Kühen sehr schnell in der Herde (JONES und SHANNON, 1972; ANDERSON, 1982), während Umweltkeime durch keine oder nur geringe Tendenz zur Streuung in der Herde charakterisiert sind.

Die Zuordnung von *Staphylococcus aureus* zu den kontagiösen Erregern ist inzwischen nicht mehr ganz eindeutig, da es neuere Untersuchungen gibt, bei denen sich bestimmte Typen eher wie Umweltkeime verhielten (SOMMERHÄUSER, 2003). Dadurch, dass die kontagiösen Erreger mit der Milch ausgeschieden werden, kommt es zu einer Verbreitung in der Umgebung. ROBERSON (1994b) konnte eine Korrelation zur Prävalenz von *Staphylococcus* im Bestand mit dem Umfang seiner Verbreitung in der Umgebung der Herde nachweisen. In Herden mit hoher Prävalenz von *Staphylococcus aureus* Infektionen (> 10 %) konnte er den Erreger auch aus Einstreu und Wasser isolieren und in belebten Vektoren, wie etwa Insekten, nachweisen. In Herden mit niedriger Prävalenz (< 3 %) war dies nicht der Fall. Es existieren demnach viele Quellen für eine Infektion mit *Staphylococcus aureus*, wie Arbeitsgeräte, Futter, Luft sowie die humane und bovine Haut. Am Tier sind Erreger auf Zitzenhaut, Nasenlöchern, Vagina, Perineum und Haarkleid nachgewiesen worden (MATOS et al., 1991; ROBERSON et al., 1994b; ROBERSON et al., 1998).

Gerade die Zitzenhaut wird dabei als wichtiges Reservoir für intramammäre Infektionen beschrieben. JONES et al. (1998) nennt das infizierte Euter, Zitzenkanäle und Zitzenverletzungen als Hauptreservoir. Dabei bewirkt eine mäßige Hyperkeratose der Zitzenschleimhaut noch keine Veränderung, aber eine starke Hyperkeratose ist häufiger mit einer durch *Staphylococcus aureus* verursachten Mastitis assoziiert (ZADOKS et al., 2001). PADUCH und KRÖMKER (2011) untersuchten die Zitzenhaut und Zitzenkanäle von klinisch eutergesunden Kühen aus 32 Milchviehherden in Deutschland. Sie stellten eine Besiedlung der Zitzenkanäle mit *Staphylococcus aureus* an 72,2 % aller Euterviertel fest. Auf der Zitzenhaut wurde auf 61,4 % aller Viertel *Staphylococcus aureus* nachgewiesen.

Färsen, deren Zitzenhaut zum Zeitpunkt des Abkalbens mit *Staphylococcus aureus* besiedelt war, entwickelten mit 3,34-fach höherer Wahrscheinlichkeit eine intramammäre Infektion mit *Staphylococcus aureus*, als jene, deren Zitzenhaut nicht besiedelt war (ROBERSON et al., 1994a). Im Gegensatz dazu stehen die Untersuchungen von ZADOKS (2002), der aufgrund verschiedener Nachweis- und Typisierungsverfahren die Ergebnisse von ROBERSON et al. (1994a) nicht bestätigen konnte.

ROBERSON et al. (1994a) unterschied Isolate, die entweder auf der Zitzenhaut, der Milch oder der Melkerhaut zu finden waren. Auf dem Melkzeug waren sowohl Isolate aus der Milch als auch von der Zitzenhaut nachweisbar und es ist damit ein Transportmedium. Allerdings wurde auch gezeigt, dass die auf der Zitzenhaut gefundenen Stämme keine entscheidende Rolle als Ursprung für intramammäre Infektionen durch *Staphylococcus aureus* bei den Milchkühen spielten. Bovine und humane Stämme der Haut waren miteinander verwandt, aber unterschieden sich von den Stämmen, die aus der Kuhmilch isoliert werden konnten.

Durch die Verbreitung kontagiöser Erreger wie *Staphylococcus aureus* über die Milch kommt der Übertragung während der Melkzeiten besondere Bedeutung zu. Der Melkvorgang gilt als Hauptübertragungsweg (HOEDEMAKER, 2001; ROBERSON, 1999). Durch die Übertragung beim Melken nimmt der Anteil infizierter Tiere im Laufe der Laktation zu (HOGAN et al., 1989b; SMITH und HOGAN, 1995).

Kontaminanten sind dabei die Milch infizierter Tiere, die Hand des Melkers, Vormelkbecher, Reinigungstücher und Melkbecher (FOX et al., 1991; JONES et al., 1998).



Auch ein Rückfluss innerhalb des Melkzeugs, beispielsweise durch Luftenbrüche in den abführenden Leitungen, kann für die Übertragung eine wichtige Rolle spielen.

Als Infektionsquellen für intramammäre Infektionen mit *Staphylococcus aureus* von Erstkalbinnen nach der Geburt oder auch schon vor der Geburt (FOX et al., 1994) gelten die kleine Weidestechfliege (*Haematobia irritans*) (OWENS et al., 1998) sowie Milch, andere Körperstellen der Färsen (Zitzen, Enddarm, Scheide) und Kontakt untereinander (ROBERSON et al., 1998), teils durch gegenseitiges besaugen. BARTO et al. (1982) führten Versuche zur Bedeutung der Übertragung von *Staphylococcus aureus* durch infizierte Milch an Saugkälbern durch. Die Kälber wurden in Gruppen aufgeteilt, die je mit *Staphylococcus aureus*-haltiger und *Staphylococcus aureus*-freier Milch gefüttert wurden. In den Schlachtkörpern der Bullenkälber konnte *Staphylococcus aureus* nicht nachgewiesen werden und in den beiden Färsengruppen, von denen die eine mit *Staphylococcus aureus*-haltiger Milch und die andere mit *Staphylococcus aureus*-freier Milch aufgezogen wurde, unterschied sich die Mastitishäufigkeit nicht.

Für die Umwelterreger spielt die infizierte Milchdrüse als Infektionsquelle eher eine untergeordnete Rolle (TOLLE et al., 1977; BRAMLEY, 1981; DVG, 2002). Die Übertragung von Umwelterregern findet vor allem im Stallbereich zu den Zwischenmelkzeiten statt (KRÖMKER et al. 2010a; HARMON, 1994). Als Reservoir gelten hier Einstreumaterialien, Bodenschmutz und Fäkalien, am Tier sind diese Erreger meist auf der äußeren Haut, den Tonsillen und in Vagina und Darm nachweisbar (TOLLE et al., 1977; DVG, 2002). Vor allem organische Einstreumaterialien gelten als Reservoir (HOGAN et al., 1989a). Selbst ohne Feuchtigkeit von Fäkalien oder Milch liefert es für das Keimwachstum wichtige Nährstoffe (BEY et al., 2002) wobei Kot, Urin oder Milch begünstigend wirken. Innerhalb der ersten 24 Stunden nach Einbringen getrockneter organischer Einstreumaterialien steigt die Keimbelastung sprunghaft an (KÖGLER, 2005). Bei einer auf Sizilien durchgeführten Untersuchung differierte die Prävalenz intramammärer Infektionen mit den Einstreuarten: War kein Einstreu vorhanden, konnte eine *Staphylococcus aureus*-Prävalenz von 24,5 % nachgewiesen werden, bei organischem Einstreu eine von 12,7 %, bei Sand als Einstreu war eine *Staphylococcus aureus*-Prävalenz von 12,3 % zu ermitteln (FERGUSON et al., 2007).

Ein Kontakt der Erreger mit der Zitze ist jederzeit möglich, eine Erhöhung der Keimzahl im Bereich der Strichkanalöffnung steigert die Neuinfektionsrate (BEY, 2002; PHILPOT, 1979). So ist bei Tieren mit verschmutztem Euter das Mastitisrisiko 1,5fach erhöht (SCHREINER, 2003). Ein erhöhtes Risiko an *Staphylococcus aureus* verursachte Mastitis zu erkranken haben auch BHV-4 seropositive Tiere. Bei diesen Tieren wurde signifikant häufiger eine *Staphylococcus aureus*-Infektion des Euters nachgewiesen (ZADOKS, 2001).

*Staphylococcus aureus* kann monatelang in infizierten Vierteln persistieren und auch über die Trockenstehphase das Immunsystem umgehen (BRAMLEY und DODD, 1984). Dabei gilt, dass rechte Euterviertel und Viertel mit einer bereits vorangegangenen Infektion mit *Staphylococcus aureus* oder *Streptococcus uberis* häufiger betroffen sind, während eine vorherige Infektion mit Koagulasenegativen Staphylokokken die Wahrscheinlichkeit einer Infektion nicht erhöht (ZADOKS, 2001). Außerdem haben Erstkalbealter der Färsen, Laktationsanzahl, Laktationsstatus, Länge der Trockenstehphase, Jahreszeit - klinische Mastitiden kommen am häufigsten im Sommer und Herbst vor (HOGAN et al., 1989b) - die Beschaffenheit des Euters und der Viertel sowie die Höhe der Milchleistung einen Einfluss auf das Risiko, an einer Mastitis zu erkranken. Kühe mit hohen Milchleistungen unterliegen einer höheren Gefahr an einer Mastitis zu erkranken, als Kühe mit niedrigerer Milchleistung (OLTENACU und EKESBO, 1994; RAJALA und GRÖHN, 1998).

Für ein Erstkalbealter in einem Zeitraum bis zum 29. Monat ist die Wahrscheinlichkeit, an einer Mastitis zu erkranken, erhöht und sinkt danach mit zunehmendem Alter wieder ab (WAAGE et al., 1998). Andere Untersuchungen ergaben den Zeitraum zwischen dem 800. bis 1000. Tag als Erstkalbealter, für den die Rate an Mastitiserkrankungen am geringsten ist. Vor und nach dieser Zeitspanne kommt es zu einem Anstieg (OLTENACU und EKESBO, 1994).

Mit zunehmendem Alter steigt die Inzidenz klinischer Mastitiden deutlich an (HOGAN et al. 1989b; POSÖ UND MÄNTYSAARI, 1996; SARGEANT et al., 1998; RAJALA UND GRÖHN, 1998; RAJALA-SCHULTZ et al., 1999). Abweichende Ergebnisse ergaben sich bei umweltassoziierten Mastitiserregern (coliforme Keime und Streptokokken). Hier war die Mastitisinzidenz bei Tieren in der ersten und zweiten Laktation höher als bei älteren Kühen (HOGAN et al., 1989b). Mit Anzahl der Laktationen nimmt insbesondere bei Vierteln mit Erregernachweis die somatische Zellzahl zu (LABOHM et al., 1998). Das bestätigen auch SHELDRAKE et al. (1983).

Hier wurden geringe Anstiege der somatischen Zellzahlen bei Vierteln ohne bakteriologischen Befund ermittelt, während die Zellzahlen bei *Staphylococcus aureus*-infizierten Vierteln mit der Anzahl der Laktationen stark anstiegen.

Auch der Laktationsstatus ist entscheidend. Klinische Mastitiden werden am häufigsten zu Beginn der Laktation diagnostiziert (SCHUKKEN et al., 1989; SARGEANT et al., 1998). HOGAN et al. (1989b) ermittelten den überwiegenden Anteil aller klinischen Mastitiden bis zum 90. Laktationstag.

Im Vergleich zu Kühen, die 30 bis 60 Tage lang trocken standen, verdoppelt sich das Risiko, post partum an einer Mastitis zu erkranken, bei Tieren, die länger als 90 Tage trocken standen (ZECCONI et al., 1998).

### 2.3.2 Symptomatik der *Staphylococcus aureus*-Infektionen der Milchdrüse

*Staphylococcus aureus*-Mastitiden haben meist einen subklinischen oder chronischen Verlauf. Seltener sind akute oder perakute Verlaufsformen. Sie können als hämorrhagisch-nekrotisierende oder chronisch-abszedierende und gangränisierende Euterentzündungen auftreten.

Klinisch gehen sie mit schweren Störungen des Allgemeinbefindens einher. Es kommt zur erhöhten Körpertemperatur (41 - 42°C), erhöhter Herzfrequenz, Anorexie, Apathie, fehlender Pansentätigkeit und Muskelschwäche. Das erkrankte Euterviertel ist stark geschwollen, hart, schmerzhaft und blau verfärbt.

Die akute und perakute Verlaufsform können unter Umständen tödlichen Ausgang nehmen, zumindest geht das betroffene Viertel für die Milchproduktion verloren (ANDERSON, 1982; SEFFNER und BERGMANN, 1994).

Es wurde nachgewiesen, dass *Staphylococcus aureus* an weniger als 10 % aller klinischen Mastitiden ursächlich beteiligt ist (HOGAN et al., 1989b; SCHUKKEN et al., 1989), während 27,4 % aller subklinischen Mastitiden durch *Staphylococcus aureus* verursacht wurden (POELARENDS et al., 2001). Laut TOLLE (1982) und SMITH et al. (1985) machen Staphylokokken-Mastitiden sogar etwa 80 - 90 % aller subklinischen Mastitiden aus.

Auch die häufig auftretende chronische Verlaufsform beginnt meist mit einer akuten Episode, gekennzeichnet durch eine erhöhte Körpertemperatur und Anorexie. Später ist die Symptomatik weitgehend auf das Euter beschränkt, es ist vermehrt warm,

verhärtet und die Milch zeigt Flockenbildung. Es konnte bei 60 % der mit *Staphylococcus aureus* infizierten Kühe eine erhöhte somatische Zellzahl festgestellt werden. Chronische und subklinische Verlaufsform gehen oft ineinander über (ANDERSON, 1982; JONES et al., 1998). Während in Untersuchungen gesunde Euterviertel eine Zellzahl von  $6,8 \times 10^4$  Zellen/ml aufwiesen, hatten mit *Staphylococcus aureus* infizierte Viertel Zellgehalte um  $3,6 \times 10^5$  Zellen/ml (DJABRI et al., 2002). Herden mit erhöhter Tankzellzahl hatten eine erhöhte Prävalenz an *Staphylococcus aureus*-Euterinfektionen (BARKEMA et al., 1998; ERSKINE et al., 1988). Neben der verminderten Milchproduktion, die bei der chronischen Verlaufsform bei etwa 35 % einzustufen ist (SEFFNER und BERGMANN, 1994), entstehen durch die langanhaltende Erhöhung der Zellzahl (DE HAAS et al., 2004) Qualitätseinbußen und Minderbezahlung der Milch.

### 2.4 Bekämpfung von *Staphylococcus aureus*-Infektionen der Milchdrüse

Es gibt verschiedene Angaben zur Selbstheilungsrate bei intramammären Infektionen durch *Staphylococcus aureus*. Während der Laktation liegen sie bei Werten zwischen 0 bis 53 % (CHAMINGS, 1984; CRAVEN, 1987; GROMMERS et al., 1985; KIRK, 1991; WILSON et al., 1999; DELUYKER et al., 2005). In der Trockenstehperiode wurden ebenfalls sehr unterschiedliche Selbstheilungsraten im Bereich von 5,5 bis 72 % beschrieben (PHILPOT, 1979; PANKEY et al., 1982; GROMMERS et al., 1985; SOBACK et al., 1990).

Als Grundlagen für die Bekämpfung von Mastitiden gelten die Reduktion des Kontaminationsrisikos, die Verminderung melktechnisch bedingter Gewebeschädigung und Erregerverschleppung sowie die Stabilisierung der Abwehrmechanismen der Kuh (DVG, 2002).

Ein Verhindern der Übertragung von einer Kuh auf andere reduziert die Mastitisinzidenz (NEAVE et al., 1969).

Zusätzlich zu den Hygienemaßnahmen gilt die Behandlung als zweiter Stützpfeiler zur Bekämpfung von Euterentzündungen.

Insgesamt gilt *Staphylococcus aureus* als Problemkeim. Es sind Resistenzen gegenüber verschiedenen Antibiotika vorhanden. Außerdem weist der Keim die Besonderheit auf, nach Phagozytose intrazellulär überleben zu können. Er kann sich

in Mikroabszesse und Narbengewebe zurückziehen (ERSKINE et al., 1993; HEESCHEN, 1996; MYLLYS et al., 1998; HOEDEMAKER und KORFF, 1999; HOEDEMAKER, 2001; OWENS et al., 1999). Der Erfolg der Bekämpfung einer *Staphylococcus aureus*-verursachten Mastitis hängt laut Untersuchungen von VAN DEN BORNE et al. (2010) auch von der Wirtsanpassung ab. Aus Milchproben gewonnene bovine Stämme gingen mit einer geringeren Penicillinresistenz und einer geringeren Zellzahl einher als nicht bovine Stämme.

### 2.4.1 Hygiene- und Melkmanagement

Von besonderer Bedeutung ist bei den „kuhassozierten“, kontagiösen Erregern die Verminderung des Infektionsrisikos während der Melkzeiten. Grundlage sollte die Aufteilung der Herde in eutergesunde und infizierte Tiere sein. Die Melkreihenfolge ist entsprechend zu organisieren, so dass erst die gesunden und im Nachgang die kranken Tiere gemolken werden (NAEVE et al., 1969; PHILPOT, 1979). Auch durch das von den älteren Kühen getrennte Melken der Färsen und Desinfektion der Melkanlage zwischen den Gruppen konnte die Infektionsrate mit *Staphylococcus aureus* von Färsen in den ersten beiden Laktationsmonaten von 60 auf 10 bis 20 % reduziert werden (JONES und SHANNON, 1972). Allerdings konnten FOX und HANCOCK (1989) in ihrer Studie keinen Unterschied durch getrenntes Melken *Staphylococcus aureus*-infizierter und nicht infizierter Tiere im Vergleich mit einer Kontrollgruppe erkennen. In anderen Studien erwies sich, dass durch die Trennung *Staphylococcus aureus*-infizierter Kühe von der Herde die Prävalenz von *Staphylococcus aureus*-Mastitiden gesenkt und die Zellzahl der Tankmilch signifikant reduziert werden konnte (WILSON et al., 1995). Da ein Drittel aller Infektionen der Milchdrüse, die die Erstkalbinnen zum Zeitpunkt der Geburt und in der Früh-laktation aufwiesen, durch *Staphylococcus aureus* verursacht wurden, rät JONES et al. (1998) zur getrennten Haltung tragender Färsen und trockenstehender Kühe.

Ein Sanierungskonzept für größere Herden mit *Staphylococcus aureus*-Problematik beschreibt eine vollständige Trennung positiver Tiere vom Rest der Herde. Neu infizierte Tiere kommen sofort in diese eigenständige Gruppe. Alle Tiere bleiben bis zu ihrem Abgang in dieser separaten Gruppe, sie gelangen nicht wieder in die

gesunde Herde zurück. Nach ca. 1 bis 1 ½ Jahren sollte sich eine deutliche Reduzierung *Staphylococcus* positiver Tiere ergeben (HOEDEMAKER, 2001).

Da der Melkbecher nach FOX et al. (1991) als wichtiger Vektor für *Staphylococcus aureus* fungiert, ist idealerweise die Zwischendesinfektion des Melkgeschirrs nach jeder Kuh vorzunehmen.

Zur Reduktion der Verbreitung von kontagiösen Erregern soll ein 5-Punkte Programm dienen, das den Einsatz von Zitzendesinfektion nach dem Melkvorgang und die Verwendung von neuen, kuhindividuellen Tüchern zur Euterreinigung vorsieht. Ein weiterer Punkt ist eine funktionierende Melktechnik. Außerdem sollen infizierte Tiere, am besten während des Trockenstellens, antibiotisch behandelt oder aus der Herde entfernt werden (JONES und SHANNON, 1972; ANDERSON, 1982; PHILPOT 1979, 1984; BRAMLEY und DOTT, 1984; HILLERTON et al., 1995). Die Zitzendesinfektion kann dabei nur eine Reduktion der Bakterienpopulation auf der Zitzenspitze und an der Strichkanalöffnung bewirken (HEESCHEN und HAMANN, 1987), vorhandene Infektionen werden dabei nicht bekämpft (SISCHO et al., 1993).

Ausgehend von diesem 5-Punkte Programm untersuchten SOMMERHÄUSER et al. (2003) hessische Milchkuhbestände, in denen das 5-Punkte-Hygieneprogramm eingeführt wurde. Dabei wurde ein gegensätzliches Ergebnis zu den Untersuchungen erzielt, die *Staphylococcus aureus* als rein kontagiösen Keim beschreiben. Es wurden sieben Ställe in die Untersuchung einbezogen. Mittels Phäno- und Genotypisierung wurden bei mehrmaligen Probenentnahmen im Untersuchungszeitraum in drei Ställen Typen isoliert, die sich wie ein kontagiöser *Staphylococcus aureus* verhielten. In diesen Ställen gab es eine geringe Variabilität von Stämmen, die aber eine höhere Ausbreitungstendenz hatten. Hier war zu Versuchsbeginn die Prävalenz am höchsten. In den anderen Ställen wurden *Staphylococcus aureus*-Typen gefunden, die eher Verhaltensweisen eines Umweltkeims zeigten. Es konnten viele variable Stämme nachgewiesen werden, die aber nur wenig Tendenz zur Weiterverbreitung unter den Vierteln zeigten. Somit war die Prävalenz in diesen Ställen bis auf eine Ausnahme gering. Die Erreger mit diesen Eigenschaften konnten das eingeführte Hygieneprogramm umgehen und damit nicht beherrscht werden. Die Rate der Neuinfektionen in diesen Ställen war relativ hoch.

Die Epidemiologie der einzelnen Typen variiert also und die Anwendung von Hygiene- bzw. Kontrollprogrammen muss auf dieses Erregerverhalten ausgerichtet werden, um ein sinnvolles Ergebnis erreichen zu können.

Nur zu wissen, welcher Keim in der Herde ist, reicht laut SOMMERHÄUSER et al. (2003) nicht aus, um zu sagen, welche Epidemiologie zu erwarten ist, sondern es muss eine genaue Phäno- und Genotypisierung stattfinden

Da in mehreren Studien Fliegen, wie die kleine Weidestechfliege (*Haematobia irritans*) (OWENS et al., 1998) als Überträger identifiziert wurden, ist als zusätzliche prophylaktische Maßnahme eine effektive Insektenbekämpfung zu empfehlen.

### 2.4.2 Antibiotische Behandlung

Neben Hygiene- und Melkmanagement ist die antibiotische Behandlung, gegebenenfalls auch das Merzen chronisch infizierter Tiere ein wichtiger Punkt des Mastitismanagements aufgrund von *Staphylococcus aureus*-Infektionen (JONES und SHANNON, 1972; ANDERSON, 1982; PHILPOT, 1979, 1984; BRAMLEY und DOTT, 1984; HILLERTON et al., 1995).

Viele Stämme sind aufgrund des Vorhandenseins des Enzyms Penicillinase unempfindlich gegenüber Penicillin. Bei 26,5 % von in verschiedenen Betrieben isolierten *Staphylococcus aureus*-Isolaten wurde eine Penicillinresistenz festgestellt. Bei Betrachtung von Isolaten, die nur bei Tieren mit Mastitisproblemen gewonnen wurden, liegt der Anteil bei 47,9 % (KRABISCH et al., 1999). In Brandenburg ergaben sich Werte für den Anteil resistenter Keime zwischen 56,9 % (ampicillinresistent), 55,3 % (penicillinresistent) und 54,5 % (neomycinresistent). Als sehr wirksam gegen *Staphylococcus aureus* erwies sich hier Oxacillin (98,4 %), in der Buoillon-Mikrodilutionsmethode auch Cefquinom (KÖSTER, 2004).

ERSKINE et al. (2002) zeigte einen Anstieg der Empfindlichkeiten von *Staphylococcus aureus* gegenüber verschiedenen antibiotischen Substanzen von 1994 bis 2000. Die Sensibilität gegenüber Ampicillin und Penicillin stieg von 37,3 % auf 61,7 % bzw. von 38,4 % auf 60,9 %. Eine gute Wirksamkeit konnte für halbsynthetische Penicilline, wie zum Beispiel Oxacillin oder Cloxacillin gezeigt werden (SEFFNER und BERGMANN, 1994). In Brandenburg konnte eine Sensibilität von 100 % gegenüber Oxacillin und Cefquinom ermittelt werden (KÖSTER, 2004).

Erreger, die sich in den Phagozyten befinden, sind für Antibiotika kaum erreichbar. Sie können nach der Behandlung die Phagozyten wieder verlassen und sich extrazellulär vermehren (CRAVEN und ANDERSON, 1984; OWENS et al., 1999).

Das gilt auch für das Überleben in den Drüsenzellen des Euters (BAYLES et al., 1998).

Die antibiotische Behandlung sollte bestenfalls während der Trockenstehphase erfolgen, auch wenn die Behandlung subklinischer und klinischer *Staphylococcus aureus*-Infektionen der Milchdrüse mit nur geringen bakteriologischen Heilungsraten erfolgt (GRIFFIN et al., 1982; SUTRA und POUTREL, 1990).

Die Behandlung zum Trockenstellen hat den Vorteil, dass keine Milchverluste durch Einhaltung der Wartezeit entstehen (ERSKINE et al., 1993). Sie wird als kosteneffektiv beschrieben (KIRK et al., 1997).

Durch die Umbauprozesse im Euter während des Trockenstellens erhofft man sich eine bessere Erregerbekämpfung. Bestehende Infektionen sollen eliminiert und Neuinfektionen verhindert werden (JONES et al., 1998). Bei einer Therapie zu Beginn der Trockenstehphase konnten bakteriologische Heilungsraten von 60 bis 70 % erreicht werden. In den USA konnte mit der intramammären Gabe von Tilmicosin eine Heilungsrate von 62 % der Kühe und 67,5 % der betroffenen Viertel erzielt werden (DINGWELL et al., 2003).

Andere Quellen berichten im Falle einer klinischen Mastitis mit *Staphylococcus aureus* von einer Behandlung in der Laktation, da hier die normale Funktion der Milchdrüse rascher wieder hergestellt werden kann und dadurch höhere Heilungsraten zu erwarten sind als ohne Behandlung (HALLBERG et al., 1994). Die antibiotischen Behandlungserfolge bei subklinischer Mastitis während der Laktation sind allerdings mäßig. Die Häufigkeit von Behandlungserfolgen übertraf nicht diejenige von Spontanheilungen (KASCHE, 1995; OWENS et al., 1999; WILSON et al., 1999). Andere Autoren schlagen bei Herden, in denen mehr als 5 % der Färsen an klinischen Mastitiden erkranken, im speziellen *Staphylococcus aureus*-Infektionen der Milchdrüse, die präventive antibiotische Behandlung aller vier Viertel zwei bis drei Monate vor dem Abkalbetermin der Färsen vor. Damit wurden Heilungsraten von 90 % erreicht (NICKERSON, 2001).

Allgemein gilt, dass die bakteriologische Heilungsrate unter der Behandlung bei jungen Tieren mit niedriger Laktationszahl, bei Tieren in der späten Laktation, bei einer Infektion des Vorderviertels und niedrigerem somatischen Zellgehalt vor der Behandlung bedeutend höher war. Sie ist also abhängig vom Alter der Tiere, Laktationsstadium, Anzahl der infizierten Viertel, Vorder- oder Hinterviertel, Schweregrad der Entzündung, somatischer Zellzahl des infizierten Viertels und



Dauer der Trockenstehzeit (SOL et al., 1994; SOL et al., 1997; SOL et al., 2000; DINGWELL et al., 2003; DELUYKER et al., 2005).

### 2.4.2.1 Lokale Behandlung

Bei einer intrazisternalen Behandlung subklinischer Mastitiden zu Beginn der Trockenstehphase konnte nach Kontrollen innerhalb der ersten vier Wochen post partum eine bakteriologische Heilungsrate von 60 bis 90 % und höher festgestellt werden (SOL et al., 1994; KASCHE, 1995; SOBIRAJ et al., 2000; OWENS et al., 2001). Auch die Rate der Neuinfektionen konnte durch antibiotisches Trockenstellen gesenkt werden (ZIV et al., 1981; PANKEY et al., 1982; STORPER und ZIV, 1985; ZIV et al., 1987), wobei eine alleinige Behandlung der infizierten Viertel zum Trockenstellen die Neuinfektionsrate deutlich erhöhte gegenüber einer Behandlung aller Viertel eines *Staphylococcus aureus* positiv getesteten Tieres (BROWNING et al., 1990; BROWNING et al., 1994). Auch BELSCHNER et al. (1996) konnte die Heilungsrate von 36,6 %, wenn nur das betroffene Viertel behandelt wurde, mit der auf alle vier Viertel erweiterten antibiotischen Therapie mit Pirlimycin auf 50 % erhöhen.

Eine verlängerte intrazisternale Behandlungszeit erhöhte die Heilungsrate signifikant gegenüber einer intramammären Standardbehandlung (OWENS et al., 1997; SOL et al., 2000; OLIVER et al., 2004; DELUYKER et al., 2005; KRÖMKER et al., 2010b).

SOL et al. (2000) verlängerten die dreimalige Standardtherapie im Abstand von 12 h um weitere zwei Tage. OLIVER et al. (2004) konnte nach achttägiger Therapiedauer eine höhere Heilungsrate für subklinische Infektionen mit *Staphylococcus aureus* aufweisen. Für klinische Mastitiden durch andere Erreger, aber auch Staphylokokken, sind signifikante Verbesserungen der Heilungsrate durch eine Verlängerung der Therapiedauer mit einem intramammär instillierten Lincomycin/Neomycin-Präparat ermittelt worden (KRÖMKER et al., 2010b).

### 2.4.2.2 Systemische Behandlung

Eine alleinige parenterale Behandlung mittels intramuskulärer Antibiotikainjektionen konnte *Staphylococcus aureus* aus dem Euter nicht eliminieren (FRITON, 1998). Es gibt allerdings verschiedene Ergebnisse zur Kombination systemischer mit intrazisternaler Behandlung. Während FRITON (1998) und UEHLINGER (1999) keinen Vorteil in der kombinierten Therapie erkannt haben und die biologische Heilungsrate mit 57 % bzw. 55 % im Bereich der alleinigen intrazisternalen Behandlung liegt, konnte in anderen Studien eine signifikante Erhöhung des Therapieerfolgs bei kombinierter Behandlung gezeigt werden (OWENS et al., 1988; SOBACK et al., 1990; ERSKINE et al., 1994).

SERIEYS et al. (2005) konnte keine signifikanten Unterschiede zwischen parenteraler Behandlung mit Penethamathydriodid und intrazysternaler Behandlung mit Ampicillin und Cloxacillin erkennen. Unter der parenteralen Behandlung konnte jedoch die Zellzahl auch in nicht klinisch erkrankten Vierteln gesenkt werden.

### 2.4.3 Vakzination

Über die Wirksamkeit einer Vakzinierung gegen *Staphylococcus* gibt es verschiedene Studien mit unterschiedlichsten Aussagen. Eine Verminderung der Inzidenz klinischer *Staphylococcus aureus*-Mastitiden wurde von mehreren Autoren beschrieben (NORDHAUG et al., 1994; WATSON et al., 1996; CALZOLARI et al., 1997; GIRAUDO et al., 1997). Auch die Anzahl subklinischer Mastitiden durch *Staphylococcus aureus* bei geimpften Tieren war in einigen Studien gesunken (WATSON et al., 1996; GIRAUDO et al., 1997).

Während GIRAUDO et al. (1997) und SHKRETA et al. (2004) niedrigere Prävalenzen intramammärer Infektionen mit *Staphylococcus aureus* bei geimpften im Vergleich zu ungeimpften Tieren nachwiesen, konnte dies in anderen Studien nicht belegt werden. (NORDHAUG et al., 1994; HOEDEMAKER und KORFF, 1999).

Eine Kombination von Therapie und Vakzination wendeten SEARS und BELSCHNER (1999) an und konnten damit 55 % der *Staphylococcus aureus*-Infektionen eliminieren.

Einige Studien beschreiben eine Impfung mit bestandsspezifischen Impfstoffen gegen *Staphylococcus aureus* als nicht wirkungsvoll. Hier konnten weder positive Effekte auf die Prävalenz, noch die Häufigkeit klinischer Mastitiden, den Zellgehalt im Gesamtgemelk und die Abgangsrate in den ersten drei Monaten post partum festgestellt werden (HOEDEMAKER und KORFF, 1999; EDINGER, 2001; HOEDEMAKER et al., 2001).

LEITNER et al. (2003a, 2003b) konnten mithilfe der *Staphylococcus aureus*-Vakzine „MASTIVAC I“ eine Verbesserung der Eutergesundheit erreichen. Es kam zu einer Erhöhung der Milchmenge und einer Verminderung der Zellzahl sowie einem spezifischen Schutz gegen *Staphylococcus aureus*-Infektionen.

### 2.4.4 Weitere Bekämpfungsmaßnahmen

Neben der antibiotischen Therapie wurde im 5-Punkte Programm das Merzen chronisch infizierter Tiere genannt (JONES und SHANNON, 1972; ANDERSON, 1982; PHILPOT, 1979, 1984; BRAMLEY und DOTT, 1984; HILLERTON et al., 1995). Auch die DVG (2002) beschreibt in ihren Leitlinien zur Bekämpfung der Mastitis die mit der Merzung von Kühen mit therapieresistenten Eutererkrankungen einhergehende Eliminierung von Keimreservoirern und deutliche Absenkung des Infektionsrisikos. Als therapieresistent gelten hierbei Tiere, die trotz dreimal innerhalb einer Laktation durchgeführter Therapie immer auf demselben Viertel eine Infektion mit dem gleichen Erreger zeigen. Oft sind schon makroskopisch und palpatorisch knotige Veränderungen am Euter zu erkennen.

Es existieren weiterhin verschiedene Therapieansätze mit Cytokinen wie Interleukin-1 und Interleukin-2, Kombinationen aus Penicillin G mit bovinem Lactoferrin und Bakteriocinen.

Cytokine sind Proteine, welche die Aktivität des körpereigenen Abwehrsystems regulieren. Experimentelle Studien zeigten nach Cytokingaben Heilungsraten, die denen von Antibiotika entsprachen oder diese sogar übertrafen (MILES et al., 1992). In Verbindung von Antibiotika mit Cytokinen konnten signifikante Steigerungen der Heilungsrate erzielt werden. In experimentell infizierten Vierteln konnte mit Hilfe intramammärer Interleukingaben eine Heilungsrate von 38 % erreicht werden (ERSKINE et al., 1993). Heilungsraten von 33,3 % bei alleiniger antibiotischer

Behandlung konnten mit zusätzlicher Gabe von Interleukin-2 auf 56,6 % gesteigert werden (ERSKINE et al., 1998).

DIARRA et al. (2003) zeigten, dass durch bovines Lactoferrin die antibakterielle Aktivität des Antibiotikums gegenüber dem ansonsten Penicillin G-resistenten *Staphylococcus aureus* erhöht wurde.

Die aus Enzymen oder anderen bakteriziden Proteinen bestehenden Bakteriocine führen zur Auflösung der Zellwand. Dazu zählen Nisin und Lysostaphin, die komplementäre und synergistische bakterizide Aktivitäten aufweisen und eine hohe Wirksamkeit gegen Staphylokokken und Streptokokken zeigen (RYAN et al., 1999).

Neben Hygiene und Sauberkeit der Tiere zur Senkung des Mastitisrisikos durch Umwelterreger konnte die Erhöhung der Resistenz der Tiere gegenüber Umwelterregern, wie sich *Staphylococcus aureus* auch verhalten kann, durch eine stressfreie Umgebung, Minimierung von Zitzenverletzungen und durch eine ausgewogene Fütterung mit ausreichendem Anteil an Vitamin E und Selen erreicht werden (SMITH und HOGAN, 1993). Eine Supplementierung mit Vitamin E-Selen-Präparaten 2 bis 3 Wochen vor der Abkalbung konnte eine um 11,8 % reduzierte Mastitisprävalenz erreichen (WEISS et al., 1997).

### 3 Material und Methoden

#### 3.1 Betriebe

In die Untersuchung wurden 42 Milchkuhherden aus Thüringen einbezogen, die verschiedene Rahmenbedingungen zu erfüllen hatten. Alle Betriebe mussten im Zeitraum vom 01.09.2007 bis 31.08.2008 Milchproben ins Milchuntersuchungslabor des Tiergesundheitsdienstes Thüringen (TGD) gesendet haben, deren Ergebnisse der bakteriologischen Untersuchung dann zur Auswertung vorlagen. Der Grund der Einsendung wurde von den Betrieben bestimmt. So handelte es sich teils um Routineproben, beispielsweise der trockenzustellenden Kühe, oder von Frischabkalbern, als auch um Proben, die zur kausalen Abklärung von klinischen Mastitiden oder einer Zellzahlerhöhung eingeschickt wurden.

Anhand der Ergebnisse wurden 23 Betriebe mit einer *Staphylococcus aureus*-Prävalenz bezogen auf die eingesandten Proben von < 4 % und 19 Betriebe mit einer Prävalenz von > 10 % ausgewählt, die anhand ihrer Managementdaten miteinander verglichen wurden. Beim Vergleich der Leistungsdaten wurde einer der hochprävalenten Betriebe wegen Problemen mit der Software aus der Analyse herausgenommen. Die Dokumentation der Betriebsdaten musste in einem datenbasierenden Managementprogramm, zum Beispiel HERDE (Firma DSP Agrosoft/ Ketzin), oder einem kompatiblen Programm stattfinden. Weitere Bedingung war die Bereitschaft der Betriebe zur Mitarbeit bei dieser Studie.

Bei einem Großteil der Betriebe handelte es sich um Rechtsnachfolger ehemals als Landwirtschaftliche Produktionsgenossenschaften (LPG) betriebene Einrichtungen. Sie sind zum Teil als eingetragene Agrargenossenschaft (e.G.), als GmbH oder GmbH & Co KG weiter geführt worden (Tabelle 3.1). Die untersuchten Herden waren keine privaten Unternehmen und wurden so überwiegend von Fremdarbeitskräften betreut. Die Herdengrößen betrugen 60 bis 2500 Tiere.

Tabelle 3.1: Wirtschaftsformen der ausgewählten Betriebe

Wirtschaftsform	Anzahl der Betriebe
GmbH	6
GmbH & Co KG	3
Agrargenossenschaft (e.G.)	33

### 3.2 Fragebogen

Zur Erfassung der Haltungsbedingungen, der Melktechnik und -hygiene sowie des Mastitismanagements in den Betrieben wurde ein Fragebogen erstellt. Dieser beinhaltete 57 Fragen zu denen maximal drei Bewertungsmöglichkeiten vorgesehen waren (siehe Anhang).

Der Fragebogen erfasste zunächst die Zahl der Tiere, sowie die Beschaffenheiten der Liege- und Laufflächen und das Stallklima. Es wurden technische Daten zur Melkanlage sowie Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen während des Melkvorgangs erfragt. Das Mastitismanagement in der Laktation und zum Trockenstellen einschließlich des Vorgehens beim Nachweis von *Staphylococcus aureus* in Milchproben wurde dokumentiert.

Zur Einschätzung der im Fragebogen zu bewertenden Managementfaktoren erfolgte in jedem Betrieb zu einer Melkzeit ein Rundgang. Dabei wurden die einzelnen Haltungsbereiche und die Melkung beurteilt. Die Problemkreise Mastitismanagement und -behandlung wurden im Gespräch mit einem Verantwortlichen des Betriebes, in den meisten Fällen der Leiter der Tierproduktion, Herdenmanager oder Schichtleiter, erörtert. Die Befragungen wurden von September 2008 bis September 2009 durchgeführt.

### 3.3 Milchproben

#### 3.3.1 Milchprobenentnahme und -versand

Die im Zeitraum vom 01.09.2007 bis 31.08.2008 ausgewerteten Milchproben wurden jeweils von geschultem, betriebseigenem Personal genommen. In den meisten Fällen handelte es sich um Melkpersonal mit entsprechend langjähriger Erfahrung. Die Mitarbeiter waren vom Tiergesundheitsdienst auf Grundlage der DVG-Leitlinien (DVG, 2009) über die Entnahme von sterilen Milchproben unterwiesen worden. Für die Entnahme der Milchproben wurde Leergut in Form von sterilen Röhrchen mit Borsäure als Konservierungsmittel kostenlos vom Tiergesundheitsdienst bereitgestellt.

Die Proben gelangten per Kurier zum Milchlabor des Tiergesundheitsdienstes. Vom Kurierdienst wurden täglich Veterinärämter oder andere Anlaufstellen in ganz Thüringen angefahren, zu denen die Proben des Betriebes verbracht wurden. Der Kurierdienst garantierte einen Probentransport zum Zielort innerhalb von 24 Stunden. Die Proben wurden dabei von einer Einsendeliste zur eindeutigen Identifikation der Proben und einem Untersuchungsantrag begleitet. Nach Annahme im Milchlabor des Tiergesundheitsdienstes wurden die Milchproben im Kühlraum bei 4 bis 6°C gelagert.

### 3.3.2 Probenbearbeitung

Die Milchproben wurden im Milchlabor des Tiergesundheitsdienstes Thüringen nach den aktuellen Leitlinien der DVG untersucht (DVG, 2009).

#### 3.3.2.1 Zellzahlbestimmung

Die Bestimmung des somatischen Zellgehalts erfolgte mithilfe des Fossomatic 5000 (Firma Foss-Elektrik/ Hamburg). Dabei wurden die in der Milch enthaltenen Abwehrzellen gezählt. Nach Vermischung der Probe mit einer Puffer-Farblösung (Dye 500, Firma Foss-Elektrik/ Hamburg) wurde sie in einer Durchflusszelle an einem Fluoreszenzmikroskop vorbeigeleitet. Von jeder im UV-Licht fluoreszierenden Zelle wurde ein elektrischer Impuls produziert, der gezählt und in die Anzahl somatischer Zellen/ml umgerechnet wurde.

#### 3.3.2.2 Kulturelle Anzüchtung

Zur Bakterienanzüchtung aus den Milchproben wurde als Routinenährboden der Äsculin Blutagar verwendet (ESC SB, Firma Oxoid GmbH/ Wesel), der mittig mit *Staphylococcus aureus* als Amme beimpft wurde, um mit Hilfe des CAMP-Phänomens den Nachweis des Galt-Erregers (*Streptococcus agalactiae*) zu erleichtern.

## Material und Methoden

Pro Platte wurden vier Proben aufgetragen. Im Idealfall waren dies Proben aus allen vier Vierteln eines Tieres.

Nach Durchmischen der Probe wurden circa 0,01 ml aus jeder Milchprobe mithilfe eines sterilen Glasröhrchens mäanderförmig auf der Platte ausgestrichen. Die Agarplatten wurden dann 18 - 24 h bei 37 °C bebrütet.

Nach dem Ausstreichen auf die Platte wurde das Glasröhrchen mit der noch anhaftenden Milch in 1 ml sterile Glucose-Nährbouillon gebracht, mit Hilfe derer Keime wie *Staphylococcus aureus*, Streptokokken oder *Escherichia coli* angereichert werden sollten. Die Bebrütung der Bouillon erfolgte ebenfalls 18 - 24 h bei 37°C. Sie wurde dann wie die ursprüngliche Milchprobe auf dem Äsculin-Blutagar ausgestrichen und nochmals bebrütet. Durch die Anreicherung erhoffte man, Keime nachweisen zu können, die nach dem direkten Ausstrich der Milch kein Wachstum gezeigt hatten.

Nach Bebrütung der Platten folgte das Ablesen, um die Keime nach ihrer Makromorphologie beurteilen zu können. Waren sie aufgrund ihrer makromorphologischen Merkmale nicht eindeutig differenzierbar, wurden Schnelltests durchgeführt (Koagulase, Katalase, Phasenkontrastpräparat, KOH-Test). Dabei fand der „Staphaurex Plus D Latextest“ (Firma Remel/ Lenexa, Kansas) Einsatz. Das Reagenz wurde mit der zu testenden Kolonie emulgiert. Trat eine Agglutination auf, war der Test positiv und sprach für das Auftreten von *Staphylococcus aureus*. Beim Katalasetest wurde zu der Kolonie, die auf einen Objektträger gestrichen wurde, Bacident-Katalase Reagenz gegeben. Der Test galt als positiv, wenn es durch die Umsetzung von Wasserstoffperoxid zu Wasser und Sauerstoff unmittelbar zum Sprudeln kam. Beim Vorhandensein von *Staphylococcus aureus* trat ein positives Testergebnis auf. Für die Phasenkontrastmikroskopie wurden die Kolonien mit 1 Tropfen Natriumchlorid auf ein Deckgläschen ausgestrichen und ihre Morphologie mittels 40er Objektiv und 10er Okular beurteilt. Beim KOH Test wurde 1 Tropfen Kalilauge mit der Kolonie mittels Öse auf einem Objektträger verrieben. Nach 5 - 20 Sekunden wurde die Öse angehoben, kam es dabei zum Fäden ziehen und zur Schleimbildung, galt der Test als positiv. Bei Gramnegativen Keimen konnte eine Viskosität ähnlich wie Wasser beobachtet werden.



### 3.3.2.3 Antibiotogramm

Antibiotogramme wurden nur bei Proben erstellt, bei denen es vom Betrieb erwünscht war.

Diese wurden mittels Agardiffusion erstellt. Dazu wurde ein bluthaltiger Mueller-Hinton-Agar mit dem Keim beimpft und 24 Wirkstoffplättchen aufgelegt (Tabelle 3.2). Der Hemmhofdurchmesser um die Plättchen wurde nach einer Bebrütungszeit von 18 (+/-2) Stunden bei einer Temperatur von 36 (+/-1)°C gemessen, nach Richtwerten beurteilt und entsprechend in die Kategorien „empfindlich“, „intermediär“ oder „resistent“ eingeteilt.

Tabelle 3.2: Auflistung der Wirkstoffe zur Erstellung des Antibiotogramms

Amoxicillin/Clavulansäure	Cefacetril	Cefquinom
Ampicillin/Cloxacillin	Cefalexin	Gentamycin
Cloxacillin	Cefazolin	Neomycin
Oxacillin	Cefapirin	Danofloxacin
Marbofloxacin	Erythromycin	Tylosin
Pirlimycin	Trimethoprim	Tetracyclin
Penicillin	Cefoperazon	Enrofloxacin
Lincomycin/Neomycin	Penicillin/Streptomycin/Nafcillin	Cefalexin/Kanamycin

### 3.4 Datenerfassung

#### 3.4.1 Leistungsdaten

Um die Leistungen *Staphylococcus aureus* positiver mit denen *Staphylococcus aureus* negativer Kühe vergleichen zu können, wurde auf das Ergebnis der entsprechenden Milchleistungsprüfungen (MLP) zurückgegriffen.

Neben der Milchgüteuntersuchung, die Pflicht für jeden Milchviehbetrieb ist, wird durch den Thüringer Verband für Leistungs- und Qualitätsprüfung in der Tierzucht

e.V. (TVL e.V.) monatlich die Milchleistungsprüfung durchgeführt. Sie ist freiwillig und dient dem Zuchtverband (Landesverband Thüringer Rinderzüchter e.G., LTR) zur Zuchtwertschätzung und Führung des Herdbuches. Die Daten der Milchleistungsprüfung gelangen als Prüfbericht, wenn ein PC-gesteuertes Managementprogramm vorhanden ist auch über dieses, in den entsprechenden Milchbetrieb. Die Daten der Milchleistungsprüfung von beteiligten Betrieben aus allen Bundesländern werden im Vereinigten Informationssystem Tierhaltung w.V. (VIT w.V.) gesammelt, damit sie an den überregional arbeitenden Zuchtverband weitergegeben werden können. Der Milchviehbetrieb kann die im VIT gesammelten Daten für Dritte freigeben. Diese Position wurde vom Tiergesundheitsdienst Thüringen eingenommen, über den die Daten bezogen wurden.

### 3.4.2 Dokumentation der Betriebsdaten

Die Dokumentation der Managementdaten erfolgte bei 32 der untersuchten Milchviehbetriebe mit Hilfe des Programms HERDE (Firma DSP Agrosoft/ Ketzin). Bei 4 Betrieben kam das Programm Superkuh (Firma Agrocom/ Gütersloh) und bei 6 Betrieben das Programm Dairy Plan C21 (Firma Westfalia/ Bönen) zum Einsatz.

Im Zuge des Rundganges durch den Betrieb und der Befragung wurde ein aktuelles Daten-Update des jeweiligen Betriebs gespeichert.

Für Ställe, die mit einem anderen Managementprogramm als HERDE arbeiteten, wurde eine Dateneröffnung über VIT vollzogen und die Daten aus Superkuh und Dairy Plan in das HERDE-Programm eingelesen.

### 3.4.3 Erstellung und Dokumentation des Datenvergleichs

Um den *Staphylococcus aureus* positiven Tieren Vergleichstiere in der annähernd gleichen Laktationszahl und Laktationsstatus zuordnen zu können, wurde ein Computerprogramm entwickelt.

Als technische Grundvoraussetzung diente hier das Prinzip einer Local-SQL-Abfrage. Die Grundinformationen, in diesem Fall die Milchleistungsdaten, stammten

aus der HERDE-Datenbank, die entweder vom Benutzer gepflegt oder über VIT eingespeist wurden.

Aufgabe des Programmes war es, aus den Daten des VIT zunächst auszuwählen, welche Milchkontrollen im Untersuchungszeitraum von 01.09.2007 bis 31.08.2008 lagen. Der nächste Schritt bestand darin, Vergleichstiere zu den *Staphylococcus aureus* positiven Kühen in der gleichen Laktation mit annähernd gleichem Laktationstag, mit einer Varianz von +/- 10 Tagen, zu identifizieren. Nur wenn diese Suche nicht erfolgreich war, suchte das Programm Vergleichstiere, die in einer anderen Laktation standen. Bei allen Vergleichstieren durfte kein *Staphylococcus aureus*-Nachweis aus der Milch vorliegen.

### 3.5 Fragestellung

Ziel dieser Arbeit war es, anhand der Erhebung des Fragebogens herauszufinden, ob es zwischen den hoch und niedrig prävalenten Betrieben deutliche Unterschiede in der Haltung, der Melktechnik und -hygiene und im Mastitismanagement gibt.

Des Weiteren sollte festgestellt werden, inwiefern sich *Staphylococcus aureus* positiv getestete Tiere in ihren Leistungsdaten von negativ getesteten Tieren unterscheiden.

### 3.6 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Ergebnisse erfolgte unter Verwendung des Statistikprogrammpakets BMDP/Dynamic, Release 8.1 (DIXON, 1993) durch die Arbeitsgruppe Biomathematik und Datenverarbeitung der Justus-Liebig-Universität in Gießen.

Der Betriebsvergleich anhand des Fragebogens wurde für die nicht ordinal skalierten Merkmale mittels exaktem Fisher-Test nach dem Freeman-Halton-Prinzip durchgeführt. Die Auswertung für die ordinal skalierten Variablen erfolgte durch den exakten Wilcoxon-Mann-Whitney-Test.

Um die *Staphylococcus aureus* positiv getesteten Tiere mit den negativ getesteten Vergleichstieren aller 41 Betriebe anhand ihrer Leistungsdaten zu vergleichen, wurde

## Material und Methoden

eine zweifaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung bezüglich des Tierstatus durchgeführt.

Zusätzlich wurden eine vierfaktorielle partiell hierarchische ANOVA mit Messwiederholung zum Vergleich der Leistungsdaten von 22 Vergleichspaaren aus jeweils 14 hoch und 14 niedrig prävalenten Betrieben durchgeführt, die mittels Zufallsgenerator in Excel ausgewählt wurden.

.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Auswertung des Fragebogens

#### 4.1.1 Haltungsbedingungen

##### 4.1.1.1 Anzahl gehaltener Tiere

Von den 19 Betrieben mit hoher Prävalenz an *Staphylococcus aureus*-Nachweisen hatten zehn Ställe eine Herdengröße von unter 300 Tieren.

Der Unterschied zur Herdengröße der niedrig prävalenten Ställe ist statistisch signifikant ( $p = 0,0026$ ). Bei diesen lag mit jeweils 47,8 % die Hauptverteilung bei einer Tieranzahl von 300 bis 600 und über 600 gehaltenen Tieren (Tabelle 4.1).

Tabelle 4.1: Herdengröße von Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Kuhzahl			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
P = 0,0026	< 300	Anzahl	1	10	11
		%	4,3	52,6	26,2
	301 - 600	Anzahl	11	5	16
		%	47,8	26,3	38,1
	> 600	Anzahl	11	4	15
		%	47,8	21,1	35,7
Gesamt		Anzahl	23	19	42

##### 4.1.1.2 Art der Liegeflächen

Sowohl bei den niedrig als auch bei den hoch prävalenten Betrieben hielten mit 57,1 % über die Hälfte aller Betriebe die Tiere in den letzten Wochen vor dem Abkalben und 83,3 % aller untersuchten Betriebe die Tiere um den Geburtszeitraum auf Tiefstreu. In zwei der hoch prävalenten Ställe (10,5 %) wurden Abkalbeboxen mit Matten verwendet, diese fanden in den niedrig prävalenten keinen Einsatz.

Zu jeweils circa 70 % wurden der Leistungsherde Liegeboxen mit Einstreu und in circa 30 % der Betriebe Liegeboxen mit Matten zur Verfügung gestellt.

## Ergebnisse

Die Trockensteher wurden in beiden Prävalenzgruppen bevorzugt in Liegeboxen (57,1 %) oder auf Tiefstreu (26,2 %) gehalten. Zwischen den hoch und niedrig prävalenten Betrieben sind keine statistisch signifikanten Unterschiede in der Art der Liegeflächen vorhanden (Tabelle 4.2).

Tabelle 4.2: Art der Liegeflächen in den verschiedenen Tiergruppen von Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Liegeflächenart			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
Vorbereiter  p = 0,90	Tiefstreu	Anzahl	14	10	24
		%	60,9	52,6	57,1
	Liegebox	Anzahl	7	7	14
		%	30,4	36,8	33,3
	Anbindung	Anzahl	2	2	4
		%	8,7	10,5	9,5
Gesamt		Anzahl	23	23	19
Tiere um die Geburt  p = 0,38	Tiefstreu	Anzahl	20	15	35
		%	87,0	78,9	83,3
	Abkalbebox,Matte	Anzahl	0	2	2
		%	0	10,5	4,8
	Liegebox	Anzahl	3	2	5
		%	13,0	10,5	11,9
Gesamt		Anzahl	23	23	19
Leistungs- herde  p = 0,86	Tiefstreu	Anzahl	1	0	1
		%	4,3	0	2,4
	Liegebox	Anzahl	7	5	12
	Einstreu	%	30,4	26,3	28,6
	Liegebox	Anzahl	15	14	29
		%	65,2	73,7	69,0
Gesamt		Anzahl	23	23	19
Trocken- steher  p = 0,68	Tiefstreu	Anzahl	7	4	11
		%	30,4	21,1	26,2
	Liegebox	Anzahl	13	11	24
		%	56,5	57,9	57,1
	Spalten	Anzahl	3	4	7
		%	13,0	21,1	16,7
Gesamt		Anzahl	23	23	19

### 4.1.1.3 Sauberkeit der Liegefläche

Die Sauberkeit der Liegeflächen bei den Vorbereitern wurde in den hoch und niedrig prävalenten Betrieben zu jeweils ca. 70 % als normal und fast 25 % als sauber eingeschätzt. Bei den Vorbereitern wurde in jeweils nur einem Betrieb in beiden Gruppen die Liegefläche als verschmutzt bewertet (Tabelle 4.3.).

Bei den Tieren um den Geburtszeitpunkt wurden die Liegeflächen um ca. 10 % sauberer eingeschätzt als bei den Vorbereitern, somit circa 60 % als normal beurteilt. Hier wurde einer der niedrig prävalenten Ställe als verschmutzt bewertet.

Auch bei den Hochlaktierenden wurde in beiden Prävalenzgruppen über die Hälfte der Ställe als normal eingeschätzt, jedoch wurde bei deutlich mehr niedrig prävalenten Ställen die Liegeflächen als sauber (43,5 %) eingeschätzt als bei den hochprävalenten (21,1 %). Dieser Unterschied war nicht signifikant ( $p = 0,13$ ). Bei den Hochlaktierenden gab es nur in einem der hoch prävalenten Ställe eine verschmutzte Liegefläche. In 34 Betrieben (81 %) ist die Sauberkeit der Liegeflächen der Trockensteher als normal und in 6 Betrieben (14,3 %) als sauber bewertet wurden. Zwischen hoch und niedrig prävalenten Ställen gab es hier keinen signifikanten Unterschied ( $p = 0,92$ ; Tabelle 4.3).

## Ergebnisse

Tabelle 4.3: Sauberkeit der Liegeflächen in den verschiedenen Tiergruppen von Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Sauberkeit der Liegefläche			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
Vorbereiter	sauber	Anzahl	5	5	10
		%	21,7	26,3	23,8
	normal	Anzahl	17	13	30
		%	73,9	68,4	71,4
	verschmutzt	Anzahl	1	1	2
		%	4,3	5,3	4,8
Gesamt		Anzahl	23	19	42
Tiere um die Geburt	sauber	Anzahl	7	8	15
		%	30,4	42,1	35,7
	normal	Anzahl	15	11	26
		%	65,2	57,9	61,9
	verschmutzt	Anzahl	1	0	1
		%	4,3	0	2,4
Gesamt		Anzahl	23	19	42
Leistungs-herde	sauber	Anzahl	10	4	14
		%	43,5	21,1	33,3
	mittel	Anzahl	13	14	27
		%	56,5	73,7	64,3
	verschmutzt	Anzahl	0	1	1
		%	0	5,3	2,4
Gesamt		Anzahl	23	19	42
Trocken-steher	sauber	Anzahl	3	3	6
		%	13,0	15,8	14,3
	normal	Anzahl	19	15	34
		%	82,6	78,9	81,0
	verschmutzt	Anzahl	1	1	2
		%	4,3	5,3	4,8
Gesamt		Anzahl	23	19	42

### 4.1.1.4 Annahme der Liegefläche

Die Annahme war bei den Tieren in den letzten Trächtigkeitswochen in allen Betrieben mit im Mittel 85 % gleich gut. In keinem Betrieb war die Annahme schlecht. Bei den Tieren um den Geburtszeitpunkt wurde in allen Betrieben die Annahme der Liegeflächen als gut beurteilt. In der Leistungsherde war die Annahme der Liegeflächen in den niedrig prävalenten Betrieben besser. Hier wurde sie in 72,7 % als gut beurteilt, während bei den hoch prävalenten Betrieben die Annahme der



## Ergebnisse

Liegeflächen nur zu 57,9 % als gut und zu 42,1 % als normal eingeschätzt wurde. Dieser Unterschied ist jedoch nicht signifikant ( $p = 0,35$ ). Auch bei den Hochleistungstieren wurde die Annahme in keinem Betrieb als schlecht beurteilt.

Bei den Trockenstehern war ähnlich wie bei den Hochleistungstieren in den niedrig prävalenten Betrieben eine bessere Annahme der Liegeflächen zu erkennen. In 81,8 % aller niedrig prävalenten Betriebe, aber nur 63,2 % der hoch prävalenten Betriebe war die Annahme gut. In einem der hoch prävalenten Betriebe wurde sie als schlecht beurteilt. Der Unterschied zwischen den hoch und niedrig prävalenten Ställen in der Annahme der Liegeflächen bei den Trockenstehern ist nicht signifikant (Tabelle 4.4).

Tabelle 4.4: Beurteilung der Annahme der Liegeflächen in den verschiedenen Tiergruppen von Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Annahme der Liegefläche			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
Vorbereiter  $p = 1,0$	mittel	Anzahl	19	16	35
		%	86,4	84,2	85,4
	schlecht	Anzahl	3	3	6
		%	13,6	15,8	14,6
	Gesamt	Anzahl	23	22	19
Tiere um die Geburt	gut	Anzahl	22	19	41
		%	100,0	100,0	100,0
	Gesamt	Anzahl	22	19	41
Leistungs-herde  $p = 0,35$	gut	Anzahl	16	11	27
		%	72,7	57,9	65,9
	mittel	Anzahl	6	8	14
		%	27,3	42,1	34,1
	Gesamt	Anzahl	23	19	42
Trocken-Steher  $p = 0,22$	gut	Anzahl	18	12	30
		%	81,8	63,2	73,2
	mittel	Anzahl	4	6	10
		%	18,2	31,6	24,4
	schlecht	Anzahl	0	1	1
		%	0	5,3	2,4
	Gesamt	Anzahl	23	22	19

## Ergebnisse

### 4.1.1.5 Qualität der Liegeflächen

Die Qualität der Liegeflächen im Vorbereiterbereich wurde in 19 der 23 untersuchten niedrig prävalenten Ställe (82,6 %) und in 14 der 19 untersuchten hoch prävalenten Ställe als gut (73,7 %) beurteilt, in den restlichen Betrieben war sie mittelmäßig.

In beiden Prävalenz-Gruppen wurde in jeweils nur einem Stall die Qualität der Liegeflächen der Tiere um den Geburtszeitpunkt als mittelmäßig eingestuft, alle anderen wurden als gut beurteilt (95,2 %). In der Leistungsherde konnten in beiden Gruppen fast 40 % nur eine mittelmäßige Liegeflächenqualität vorweisen, bei den hoch prävalenten Ställen sogar zwei Betriebe (10,5 %) nur eine schlechte. Ein Unterschied zwischen hoch und niedrig prävalenten Betrieben konnte nicht nachgewiesen werden. Eine annähernd gleiche Verteilung in den beiden Prävalenzgruppen trat auch bei den Trockenstehern auf (Tabelle 4.5).

Tabelle 4.5: Qualität der Liegeflächen in den verschiedenen Tiergruppen von Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Qualität der Liegefläche			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
Vorbereiter  p = 0,71	gut	Anzahl	19	14	33
		%	82,6	73,7	78,6
	mittel	Anzahl	4	5	9
		%	17,4	26,3	21,4
	Gesamt	Anzahl	23	19	42
Tiere um die Geburt  p = 1,0	gut	Anzahl	22	18	40
		%	95,7	94,7	95,2
	mittel	Anzahl	1	1	2
		%	4,3	5,3	4,8
	Gesamt	Anzahl	23	19	42
Leistungs-Herde  p = 0,47	gut	Anzahl	14	10	24
		%	60,9	52,6	57,1
	mittel	Anzahl	9	7	16
		%	39,1	36,8	38,1
	schlecht	Anzahl	0	2	2
		%	0	10,5	4,8
	Gesamt	Anzahl	23	19	42
Trocken-steher  p = 0,75	gut	Anzahl	16	12	28
		%	69,6	63,2	66,7
	mittel	Anzahl	7	7	14
		%	30,4	36,8	33,3
	Gesamt	Anzahl	23	19	42

### 4.1.1.6 Art der Laufflächen

Im Stall der Vorbereiter wurde bei den niedrig prävalenten Ställen deutlich mehr Betonspaltenböden verwendet (40,9 %), als in hoch prävalenten (10,5 %). Dieser Unterschied ist allerdings nicht statistisch signifikant ( $p = 0,19$ ). Die überwiegende Haltung erfolgte in beiden Gruppen auf planbefestigtem Boden, 27 der 42 Ställe wählten diese Haltungsform für ihre Vorbereiter (65,9 %). Unterschiede zwischen hoch und niedrig prävalenten Ställen ließen sich nicht bei den Tieren um die Geburt feststellen, sie wurden nahezu alle auf planbefestigtem Boden gehalten (95,1 %). Der Anteil an planbefestigtem Boden in der Leistungsgruppe glich sich mit circa 43 % in beiden Prävalenzgruppen. Es kam in den niedrig prävalenten Betrieben allerdings häufiger zum Einsatz von Betonspaltenböden, während in den höher prävalenten auch Gummispaltenboden verwendet wurde. Diese Beobachtung konnte auch bei den Trockenstehern gemacht werden, wobei in beiden Gruppen der Hauptanteil bei der Verwendung von planbefestigten Laufflächen lag (Tabelle 4.6).

## Ergebnisse

Tabelle 4.6: Art der Laufflächen in den verschiedenen Tiergruppen von Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Laufflächenart			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
Vorbereiter  p = 0,19	planbefestigt	Anzahl	13	14	27
		%	59,1	73,7	65,9
	Gummispaltenboden	Anzahl	0	3	3
		%	0	15,8	7,3
	Betonspaltenboden	Anzahl	9	2	11
		%	40,9	10,5	26,8
Gesamt		Anzahl	22	19	41
Tiere um die Geburt  p = 0,71	planbefestigt	Anzahl	21	18	39
		%	95,5	94,7	95,1
	Gummispaltenboden	Anzahl	0	1	1
		%	0	5,3	2,4
	Betonspaltenboden	Anzahl	1	0	1
		%	4,5	0	2,4
Gesamt		Anzahl	22	19	41
Leistungs-herde  p = 0,59	planbefestigt	Anzahl	10	8	18
		%	43,5	42,1	42,9
	Gummispaltenboden	Anzahl	1	3	4
		%	4,3	15,8	9,5
	Betonspaltenboden	Anzahl	12	8	20
		%	52,2	42,1	47,6
Gesamt		Anzahl	23	19	42
Trocken-steher  p = 0,16	planbefestigt	Anzahl	13	11	24
		%	59,1	57,9	58,5
	Gummispaltenboden	Anzahl	0	3	3
		%	0	15,8	7,3
	Betonspaltenboden	Anzahl	9	5	14
		%	40,9	26,3	34,1
Gesamt		Anzahl	22	19	41

### 4.1.1.7 Qualität der Laufflächen

Die Laufflächen sind bei den Vorbereitern in 28 Betrieben als gut, in 11 als normal und drei als schlecht beurteilt worden. Die Prävalenzgruppen unterscheiden sich kaum. Auch bei den Tieren um den Geburtszeitraum lassen sich bei einem Großteil der Betriebe unabhängig von den Gruppen kaum Unterschiede erkennen. Allerdings wurden zwei der hoch prävalenten Betriebe schlecht bewertet, während dieses Urteil bei den niedrig prävalenten gar nicht gefällt wurde.

## Ergebnisse

Im Bereich der Leistungsherde war die Beurteilung der Laufflächenqualität bei den hoch und niedrig prävalenten Betrieben fast identisch. Jeweils rund 40 % aller Laufflächen wurden als gut oder normal beurteilt, nur 20 % in beiden Gruppen als schlecht. Für die Qualität der Laufflächen im Trockensteherstall ergibt sich für beide Prävalenzgruppen annähernd das gleiche Ergebnis wie in der Leistungsherde (Tabelle 4.7).

Tabelle 4.7: Qualität der Laufflächen in den verschiedenen Tiergruppen von Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Qualität der Lauffläche			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
Vorbereiter  p = 0,46	gut	Anzahl	14	14	28
		%	60,9	73,7	66,7
	mittel	Anzahl	7	4	11
		%	30,4	21,1	26,2
	schlecht	Anzahl	2	1	3
		%	8,7	5,3	7,1
Gesamt		Anzahl	23	19	42
Tier um die Geburt  p = 0,27	gut	Anzahl	21	15	36
		%	91,3	78,9	85,7
	mittel	Anzahl	2	2	4
		%	8,7	10,5	9,5
	schlecht	Anzahl	0	2	2
		%	0	10,5	4,8
Gesamt		Anzahl	23	19	42
Leistungs- herde  p = 0,95	gut	Anzahl	9	8	17
		%	39,1	42,1	40,5
	mittel	Anzahl	9	7	16
		%	39,1	36,8	38,1
	schlecht	Anzahl	5	4	9
		%	21,7	21,1	21,4
Gesamt		Anzahl	23	19	42
Trocken- steher  p = 0,80	gut	Anzahl	10	7	17
		%	43,5	36,8	40,5
	mittel	Anzahl	9	9	18
		%	39,1	47,4	42,9
	schlecht	Anzahl	4	3	7
		%	17,4	15,8	16,7
Gesamt		Anzahl	23	19	42

## Ergebnisse

### 4.1.1.8 Beräumung der Laufflächen

Bei den Tieren um die Geburt wurde in beiden Gruppen zur Beräumung der Laufflächen hauptsächlich mobil gearbeitet (95 %). Auch bei den Vorbereitern wurde gruppenunabhängig im Großteil der Betriebe (70 %) die Entmistung mobil durchgeführt. Bei den Trockenstehern wurde in beiden Prävalenzgruppen in über der Hälfte aller Betriebe die mobile Beräumung angewendet. Fast 30 % der Betriebe gaben an, dass die Laufflächen bei den Trockenstehern und den Vorbereitern gar nicht beräumt werden. Dies war sowohl in den niedrig, als auch in den hoch prävalenten Betrieben der Fall. In den Leistungsherden beider Prävalenzgruppen wurde zu etwa 1/3 mittels Schieber, mobil oder gar nicht gereinigt (Tabelle 4.8).

Tabelle 4.8: Art der Beräumung der Laufflächen in den verschiedenen Tiergruppen von Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Art der Entmistung			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
Vorbereiter  p = 0,70	Schieber	Anzahl	0	1	1
		%	0	5,9	2,5
	mobil	Anzahl	16	12	28
		%	69,6	70,6	70,0
	gar nicht	Anzahl	7	4	11
		%	30,4	23,5	27,5
Gesamt	Anzahl	23	17	40	
Tiere um die Geburt  p = 0,50	mobil	Anzahl	21	17	38
		%	91,3	100,0	95,0
	gar nicht	Anzahl	2	0	2
		%	8,7	0	5,0
	Gesamt	Anzahl	23	17	40
	Leistungs- Herde  p = 0,99	Schieber	Anzahl	8	6
		%	34,8	31,6	33,3
mobil		Anzahl	8	7	15
		%	34,8	36,8	35,7
gar nicht		Anzahl	7	6	13
		%	30,4	31,6	31,0
Gesamt		23	19	42	
Trocken- Steher  p = 0,91	Schieber	Anzahl	3	2	5
		%	13,6	10,5	12,2
	mobil	Anzahl	12	12	24
		%	54,5	63,2	58,5
	gar nicht	Anzahl	7	5	12
		%	31,8	26,3	29,3
Gesamt	Anzahl	22	19	41	

## Ergebnisse

### 4.1.1.9 Entmistungsfrequenz

Zur Beurteilung der Entmistungsfrequenz liegen von allen 23 niedrig prävalenten, bei den Trockenstehern und der Leistungsherde nur von 17 der 19 hoch prävalenten Betriebe und bei den Vorbereitern nur von 18 Betrieben Angaben vor.

Die Entmistung wurde bei einem Großteil aller Betriebe in der Gruppe der Vorbereiter als ausreichend bewertet (90,2 %). Der Anteil der als nicht ausreichend entmistet gewerteten Betriebe lag mit 16,7 % in den hoch prävalenten Ställen höher als in den niedrig prävalenten Ställen mit 4,3 %. Der Unterschied ist jedoch nicht statistisch signifikant ( $p = 0,30$ ). Bei den Tieren um den Geburtszeitraum war die Entmistung in beiden Prävalenzgruppen annähernd gleich zufriedenstellend. Auch bei den Hochlaktierenden und Trockenstehern sind keine deutlichen Unterschiede zwischen den beiden Gruppen zu finden (Tabelle 4.9).

Tabelle 4.9: Beurteilung der Entmistungsfrequenz in den verschiedenen Tiergruppen von Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Entmistungsfrequenz			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
Vorbereiter  $p = 0,30$	ausreichend	Anzahl	22	15	37
		%	95,7	83,3	90,2
	nicht ausreichend	Anzahl	1	3	4
		%	4,3	16,7	9,8
Gesamt		Anzahl	23	18	41
Tiere um die Geburt  $p = 1,0$	ausreichend	Anzahl	19	16	35
		%	82,6	84,2	83,3
	nicht ausreichend	Anzahl	3	3	6
		%	13,0	15,8	14,3
Gesamt		Anzahl	23	19	42
Leistungs-Herde  $p = 0,63$	ausreichend	Anzahl	21	14	35
		%	91,3	82,4	87,5
	nicht ausreichend	Anzahl	2	3	5
		%	8,7	17,6	12,5
Gesamt		Anzahl	23	17	40
Trocken-steher  $p = 0,63$	ausreichend	Anzahl	21	14	35
		%	91,3	82,4	87,5
	nicht ausreichend	Anzahl	2	3	5
		%	8,7	17,6	12,5
Gesamt		Anzahl	23	17	40

## Ergebnisse

### 4.1.1.10 Rutschfestigkeit

Die Rutschfestigkeit des Bodenbelags wurde in den niedrig und hoch prävalenten Gruppen in allen Tiergruppen sehr ähnlich eingeschätzt.

Bei den Vorbereitern und im Abkalbestall wurde die Rutschfestigkeit hauptsächlich als gut bis mittelmäßig beurteilt. Bei den Leistungstieren zu je 1/3 gut, mittel oder schlecht. Eine ähnliche Verteilung gab es auch bei den Trockenstehern beider Gruppen (Tabelle 4.10).

Tabelle 4.10: Beurteilung der Rutschfestigkeit der Laufflächen in den verschiedenen Tiergruppen von Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Rutschfestigkeit			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
Vorbereiter  p = 0,70	gut	Anzahl	14	13	27
		%	60,9	68,4	64,3
	mittel	Anzahl	5	3	8
		%	21,7	15,8	19,0
	schlecht	Anzahl	4	3	7
		%	17,4	15,8	16,7
Gesamt		Anzahl	23	19	42
Tiere um die Geburt  p = 0,14	gut	Anzahl	22	15	37
		%	95,7	78,9	88,1
	mittel	Anzahl	1	3	4
		%	4,3	15,8	9,5
	schlecht	Anzahl	0	1	1
		%	0	5,3	2,4
Gesamt		Anzahl	23	19	42
Leistungs- Herde  p = 0,91	gut	Anzahl	6	6	12
		%	26,1	31,6	28,6
	mittel	Anzahl	10	6	16
		%	43,5	31,6	38,1
	schlecht	Anzahl	7	7	14
		%	30,4	36,8	33,3
Gesamt		Anzahl	23	19	42
Trocken- Steher  p = 0,86	gut	Anzahl	9	8	17
		%	39,1	42,1	40,5
	mittel	Anzahl	7	3	10
		%	30,4	15,8	23,8
	schlecht	Anzahl	7	8	15
		%	30,4	42,1	35,7
Gesamt		Anzahl	23	19	42



### 4.1.1.11 Stallklima

Bei den Vorbereitern waren in hoch und niedrig prävalenten Betrieben hauptsächlich Kaltställe in Nutzung. Der Anteil der Warmställe war bei den hoch prävalenten Betrieben ohne statistisch signifikante Bedeutung etwas höher (36,8 %) als bei den niedrig prävalenten Herden (21,7 %).

Der Unterschied wird bei den Tieren um die Geburt deutlicher. Nur 13,0 % der niedrig prävalenten Betriebe brachten die Tiere zum Abkalben im Warmstall unter, während 42,1 % der hoch prävalenten Betriebe dies taten. Dieser Unterschied ist statistisch signifikant ( $p = 0,043$ ).

Beim Stallklima der Hochleistungstiere ist der Unterschied in den Gruppen zwar nicht signifikant ( $p = 0,26$ ), aber der Trend setzt sich auch hier fort. Nur 13 % der niedrig prävalenten Betriebe hielten ihre Leistungsherde im Warmstall, während bei 31,6 % der hoch prävalenten Betriebe die Leistungstiere in einem solchen untergebracht waren.

Anders sieht es bei den Trockenstehern aus. Sie wurden in beiden Gruppen annähernd in gleichem Stallklima gehalten. Bei circa 74 % der Betriebe lebten die Trockensteher in beiden Gruppen im Kaltstall, in jeweils nur circa 26 % der Betriebe im Warmstall (Tabelle 4.11, Abbildung 4.2).

## Ergebnisse

Tabelle 4.11: Stallklima in den verschiedenen Tiergruppen von Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Stallklima			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
Vorbereiter  p = 0,32	Warmstall	Anzahl	5	7	12
		%	21,7	36,8	28,6
	Kaltstall	Anzahl	18	12	30
		%	78,3	63,2	71,4
Gesamt		Anzahl		23	19
Tiere um die Geburt  p = 0,043	Warmstall	Anzahl	3	8	11
		%	13,0	42,1	26,2
	Kaltstall	Anzahl	20	11	31
		%	87,0	57,9	73,8
Gesamt		Anzahl	23	23	19
Leistungs- Herde  p = 0,26	Warmstall	Anzahl	3	6	9
		%	13,0	31,6	21,4
	Kaltstall	Anzahl	20	13	33
		%	87,0	68,4	78,6
Gesamt		Anzahl	23	23	19
Trocken- Steher  p = 1,0	Warmstall	Anzahl	6	5	11
		%	26,1	26,3	26,2
	Kaltstall	Anzahl	17	14	31
		%	73,9	73,7	73,8
Gesamt		Anzahl	23	23	19

### 4.1.1.12 Einsatz von Lüftern

Die wenigsten Betriebe betreiben ständig Lüfter in den Ställen. Sie kommen in allen Tiergruppen nur zeitweise oder in circa der Hälfte der Betriebe nie zum Einsatz. Es existieren keine auffälligen Unterschiede zwischen hoch und niedrig prävalenten Herden. Ein ständiger Einsatz von Lüftern kam nur in Tiergruppen in zwei der hoch prävalenten Ställe vor (Tabelle 4.12).

## Ergebnisse

Tabelle 4.12: Häufigkeit des Einsatzes von Lüftern in den verschiedenen Tiergruppen von Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Einsatz von Lüftern			Prävalenz		Gesamt	
			niedrig	hoch		
Vorbereiter  p = 0,64	nie	Anzahl	15	10	25	
		%	65,2	52,6	59,5	
	zeitweise	Anzahl	8	8	16	
		%	34,8	42,1	38,1	
	ständig	Anzahl	0	1	1	
		%	0	5,3	2,4	
Gesamt		Anzahl	23	23	19	
Tiere um die Geburt  p = 0,71	nie	Anzahl	15	12	27	
		%	65,2	63,2	64,3	
	zeitweise	Anzahl	8	6	14	
		%	34,8	31,6	33,3	
	ständig	Anzahl	0	1	1	
		%	0	5,3	2,4	
Gesamt		Anzahl	23	23	19	
Leistungs-herde  p = 0,45	nie	Anzahl	9	7	16	
		%	39,1	36,8	38,1	
	zeitweise	Anzahl	14	10	24	
		%	60,9	52,6	57,1	
	ständig	Anzahl	0	2	2	
		%	0	10,5	4,8	
Gesamt		Anzahl	23	23	19	
Trocken-steher  p = 1,0	nie	Anzahl	13	11	24	
		%	56,5	57,9	57,1	
	zeitweise	Anzahl	10	8	18	
		%	43,5	42,1	42,9	
	Gesamt		Anzahl	23	19	42

### 4.1.1.13 Zusammenbringen von Kühen und Färsen

Einen signifikanten Unterschied zwischen hoch und niedrig prävalenten Betrieben ergab sich für die Eingliederung der Färsen ( $p = 0,019$ ). In 13 der hoch prävalenten Betriebe (72,2 %) werden Kühe und Färsen schon in den letzten Trächtigkeitswochen zusammen gehalten, während nur 11 der niedrig prävalenten Betriebe (47,8 %) ihre Kühe und Färsen zu diesem Zeitpunkt zusammen führen.

Deutlich mehr niedrig prävalente Herden bringen Kühe und Färsen erst nach dem Abkalben zusammen als die hoch prävalenten (Tabelle 4.13). Von einem hoch prävalenten Betrieb fehlt die entsprechende Angabe.

## Ergebnisse

Tabelle 4.13: Zeitpunkt des erstmaligen Zusammenbringens von Kühen und Färsen in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Eingliederung der Färsen			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
p = 0,019	ante partum	Anzahl	11	13	24
		%	47,8	72,2	58,5
	um Geburt	Anzahl	2	4	6
		%	8,7	22,2	14,6
	post partum	Anzahl	10	1	11
		%	43,5	5,6	26,8
Gesamt		Anzahl	23	23	18

### 4.1.2 Melktechnik und -hygiene

#### 4.1.2.1 Melkanlage

Für die Leistungsherde wurde von ungefähr jeweils der Hälfte aller Betriebe ein Fischgräten- bzw. Side by Side-Melkstand oder Melkkarussell eingesetzt. Hier unterschieden sich hoch und niedrig prävalente Betriebe nicht.

Im Abkalbestall wurden von den hoch prävalenten Betrieben hauptsächlich Rohr- oder Eimermelkanalgen verwendet (63,2 %). In den niedrig prävalenten wurden neben der Rohr-/Eimermelkanlage (47,8 %) öfter der Fischgräten bzw. Side by Side-Melkstand (43,5 %) für die Frischabkalber genutzt.

Für die Art der Melkanlage ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen hoch und niedrig prävalenten Betrieben (Tabelle 4.14).

## Ergebnisse

Tabelle 4.14: Art der Melkanlage in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Melkanlage			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
Leistungs-herde  p = 0,76	Fischgräte/Side by	Anzahl	14	10	24
	Side	%	60,9	52,6	57,1
	Karussell	Anzahl	9	9	18
		%	39,1	47,4	42,9
	Gesamt	Anzahl	23	23	19
Abkalbestall  p = 0,54	Fischgräte/Side by	Anzahl	10	5	15
	Side	%	43,5	26,3	35,7
	Karussell	Anzahl	2	2	4
		%	8,7	10,5	9,5
	Rohr-/Eimer MA	Anzahl	11	12	23
		%	47,8	63,2	54,8
	Gesamt	Anzahl	23	19	42

### 4.1.2.2 Betriebsvakuum

Sowohl in niedrig als auch hoch prävalenten Betrieben liegen die Melkanlagen bei der Leistungsherde und im Abkalbestall zum größten Teil (Leistungsherde 92,9 %; Abkalbestall 85,4 %) bei einem Betriebsvakuum von circa 38 - 43 kPa (Tabelle 4.15).

Tabelle 4.15: Betriebsvakuum der Melkanlage in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Betriebsvakuum			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
Leistungs-herde  p = 0,62	gering	Anzahl	1	0	1
		%	4,3	0	2,4
	normal	Anzahl	21	18	39
		%	91,3	94,7	92,9
	hoch	Anzahl	1	1	2
Abkalbestall  p = 1,0		%	4,3	5,3	4,8
	Gesamt	Anzahl	23	23	19
	gering	Anzahl	1	0	1
		%	4,5	0	2,4
	normal	Anzahl	18	17	35
Gesamt		%	81,8	89,5	85,4
	hoch	Anzahl	3	2	5
		%	13,6	10,5	12,2
Gesamt		Anzahl	22	19	41

## Ergebnisse

### 4.1.2.3 Taktfrequenz

Zur Taktfrequenz in den Melkanlagen lagen nur bei 18 der 23 niedrig prävalenten und 17 der 19 hoch prävalenten Betriebe Angaben vor.

Über die Hälfte der niedrig und der hoch prävalenten Betriebe molken mit einer Taktfrequenz von 60/40 (Saug-/Entlastungstakt). Während in der Leistungsherde bei den hoch prävalenten Betrieben der Großteil (82,4 %) bei einer Taktfrequenz von 60/40 lag, setzten bei den niedrig prävalenten 16,7 % der Betriebe eine Taktfrequenz von 50/50 oder 65/35 ein. Das Ergebnis im Abkalbestall fällt ähnlich aus.

Es sind keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Prävalenzgruppen zu erkennen (Tabelle 4.16).

Tabelle 4.16: Taktfrequenz der Melkanlage in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Taktfrequenz			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
Leistungs- herde  p = 0,92	50/50	Anzahl	3	2	5
		%	16,7	11,8	14,3
	60/40	Anzahl	12	14	26
		%	66,7	82,4	74,3
	65/35	Anzahl	3	1	4
		%	16,7	5,9	11,4
Gesamt		Anzahl	23	18	17
Abkalbestall  p = 0,73	50/50	Anzahl	2	2	4
		%	11,1	11,8	11,4
	60/40	Anzahl	13	14	27
		%	72,2	82,4	77,1
	65/35	Anzahl	3	1	4
		%	16,7	5,9	11,4
Gesamt		Anzahl	18	17	35

### 4.1.2.4 Melkfrequenz

Die Tiere der Leistungsherde wurden in niedrig prävalenten Betrieben öfter gemolken. Während mit 78,8 % in einem Großteil der hoch prävalenten Betriebe zweimal täglich gemolken wurde, waren es bei den niedrig prävalenten nur 60,9 %. Dafür molken hier 21,7 % der Betriebe dreimal täglich. Im Abkalbebereich wurde

## Ergebnisse

sowohl in hoch (68,4 %) als auch in niedrig (78,3 %) prävalenten Betrieben meist zweimal täglich gemolken.

In der Melkfrequenz sind keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Prävalenzgruppen zu erkennen (Tabelle 4.17).

Tabelle 4.17: Melkfrequenz in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Melkfrequenz			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
Leistungs-herde  p = 0,26	2x	Anzahl	14	15	29
		%	60,9	78,9	69,0
	3x	Anzahl	5	2	7
		%	21,7	10,5	16,7
	2-3x	Anzahl	4	2	6
		%	17,4	10,5	14,3
Gesamt		Anzahl	19	23	42
Abkalbestall  p = 0,67	1x	Anzahl	4	5	9
		%	17,4	26,3	21,4
	2x	Anzahl	18	13	31
		%	78,3	68,4	73,8
	3x	Anzahl	1	1	2
		%	4,3	5,3	4,8
Gesamt		Anzahl	23	19	42

## Ergebnisse

### 4.1.2.5 Nutzung der Melkzeugzwischendesinfektion

Für die Leistungsherde war in 100 % der niedrig prävalenten Ställe und in 88,9 % der hoch prävalenten Ställe eine Melkzeugzwischendesinfektion vorhanden ( $p = 0,19$ ). Von einem hoch prävalenten Betrieb lagen dazu keine Angaben vor.

Im Abkalbestall wurde in 36 der 38 Betriebe, von denen Angaben vorhanden waren, eine Melkzeugzwischenreinigung durchgeführt. Je ein Stall aus den beiden Prävalenzgruppen führte keine Zwischenreinigung durch. Von jeweils zwei der hoch prävalenten und zwei der niedrig prävalenten Betriebe fehlen die Angaben (Tabelle 4.18).

Tabelle 4.18: Nutzung der Melkzeugzwischendesinfektion in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Melkzeugzwischenreinigung			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
Leistungsherde  $p = 0,19$	ja	Anzahl	23	16	38
		%	100	88,9	92,7
	nein	Anzahl	0	2	3
		%	0	11,1	7,3
	Gesamt	Anzahl	23	18	41
Abkalbestall  $p = 1,0$	ja	Anzahl	20	16	36
		%	95,2	94,1	94,7
	nein	Anzahl	1	1	2
		%	4,8	5,9	5,3
	Gesamt	Anzahl	21	17	38

### 4.1.2.6 Art der Melkzeugzwischendesinfektion

In beiden Prävalenz-Gruppen wurde in der Leistungsherde zu circa 40 % technisch mit Hilfe von Air Wash oder Back Flush zwischendesinfiziert und zu jeweils 30 % mittels Schleppwanne oder über Sprühverfahren.

Im Abkalbestall wurde in über der Hälfte der Ställe (57,5 %) mittels Schleppwanne desinfiziert. Daneben wurde in niedrig prävalenten Betrieben vermehrt das Sprühverfahren angewendet (27,3 %), während bei den hoch prävalenten Herden



## Ergebnisse

technische Einrichtungen zur Zwischendesinfektion bevorzugt wurden (27,8 %). Dieser Unterschied ist nicht statistisch signifikant (Tabelle 4.19).

Tabelle 4.19: Art der Melkzeugzwischendesinfektion in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Art der Melkzeugreinigung			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
Leistungs-herde  p = 0,99	technisch	Anzahl	9	7	16
		%	39,1	41,2	40,0
	Schleppwanne	Anzahl	7	5	12
		%	30,4	29,4	30,0
	Sprühverfahren	Anzahl	7	5	12
		%	30,4	29,4	30,0
Gesamt		Anzahl	23	17	40
Abkalbestall  p = 0,47	technisch	Anzahl	4	5	9
		%	18,2	27,8	22,5
	Schleppwanne	Anzahl	12	11	23
		%	54,5	61,1	57,5
	Sprühverfahren	Anzahl	6	2	8
		%	27,3	11,1	20,0
Gesamt		Anzahl	22	18	40

### 4.1.2.7 Verwendetes Mittel zur Melkzeugzwischendesinfektion

Alle hoch prävalenten Betriebe, von denen eine Melkzeugzwischendesinfektion durchgeführt wurde, verwendeten Peressigsäure. Dies wurde auch zu 91,3 % in den niedrig prävalenten Herden genutzt (Tabelle 4.20).

Tabelle 4.20: Verwendetes Mittel zur Melkzeugzwischendesinfektion in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Mittel Melkzeugzwischenreinigung			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
Leistungs-herde  p = 1,0	Wasserstoff-peroxid	Anzahl	1	0	1
		%	4,3	0	2,5%
	Peressigsäure	Anzahl	21	17	38
		%	91,3	100,0	95,0%
	sonstige	Anzahl	1	0	1
		%	4,3	0	2,5%
Gesamt		Anzahl	23	17	40

## Ergebnisse

Abkalbestall	Wasserstoff- peroxid	Anzahl	1	0	1
		%	4,3	0	2,4
p = 1,0	Peressigsäure	Anzahl	21	18	39
		%	91,3	100,0	95,1
	sonstige	Anzahl	1	0	1
		%	4,3	0	2,4
	Gesamt	Anzahl	23	18	41

### 4.1.2.8 Reinigung des Euters

In der Leistungsherde wurden von den niedrig prävalenten Betrieben etwa zu gleichen Teilen feuchte Einwegtücher (52,2 %) oder Mehrwegtücher (47,8 %) benutzt. Unter den hoch prävalenten Betrieben wurden zwar auch feuchte Einwegtücher benutzt (36,8 %), der Schwerpunkt lag hier jedoch beim Einsatz von Mehrwegtüchern (63,2 %). Der Unterschied war jedoch nicht statistisch signifikant ( $p = 0,37$ ).

Im Abkalbestall waren die Unterschiede nicht so deutlich, da hier auch von den hoch prävalenten Betrieben mehr feuchte Einwegtücher eingesetzt wurden (42,1 %), als in der Leistungsherde (Tabelle 4.21).

Tabelle 4.21: Verwendete Tücher zur Euterreinigung in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Euterreinigung Art			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
Leistungs- herde  p = 0,37	Einwegtücher trocken	Anzahl	12	7	19
		%	52,2	36,8	45,2
	Mehrwegtücher	Anzahl	11	12	23
		%	47,8	63,2	54,8
	Gesamt	Anzahl	23	19	42
Abkalbestall  p = 0,59	Einwegtücher trocken	Anzahl	10	8	18
		%	43,5	42,1	42,9
	Einwegtücher feucht	Anzahl	2	0	2
		%	8,7	0	4,8
	Mehrwegtücher	Anzahl	11	11	22
		%	47,8	57,9	52,4
	Gesamt	Anzahl	23	19	42

## Ergebnisse

### 4.1.2.9 Reinigung von Mehrwegtüchern

Von den 23 Betrieben, die Mehrwegtücher zur Euterreinigung benutzten, war in beiden Prävalenzgruppen circa 40 % das Auskochen bei 60°C die häufigste Methode zur Reinigung der Tücher. Die Möglichkeiten des Auskochens bei 95 °C oder der Kaltdesinfektion nutzten jeweils etwa 30 % der Betriebe.

Ganz ähnlich fielen die Ergebnisse im Abkalbestall aus (Tabelle 4.22).

Tabelle 4.22: Art der Reinigung von Mehrwegtüchern zur Euterreinigung in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Mehrwegreinigung			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
Leistungs-herde  p = 0,99	kochen 60°C	Anzahl	5	5	10
		%	45,5	41,7	43,5
	kochen 95°C	Anzahl	3	4	7
		%	27,3	33,3	30,4
	Kaltdesinfektion	Anzahl	3	3	6
		%	27,3	25,0	26,1
Gesamt		Anzahl	11	12	23
Abkalbestall  p = 0,99	kochen 60°C	Anzahl	4	4	8
		%	36,4	33,3	34,8
	kochen 95°C	Anzahl	3	4	7
		%	27,3	33,3	30,4
	Kaltdesinfektion	Anzahl	4	4	8
		%	36,4	33,3	34,8
Gesamt		Anzahl	11	12	23

## Ergebnisse

### 4.1.2.10 Reinigung stark verschmutzter Euter

In allen Betrieben wurden sowohl in der Leistungsherde als auch im Abkalbestall stark verschmutzte Euter vor dem Melken besonders gereinigt. Während über die Hälfte der hoch prävalenten Ställe für die Leistungsherde eher die Intensivierung des üblichen Reinigungsverfahrens bevorzugten (Reinigung mit Tuch) (57,9 %), griffen die niedrig prävalenten eher zur feuchten Reinigung per Euterdusche oder Eimersystem (56,6 %). Dieser Unterschied ist statistisch nicht signifikant ( $p = 0,54$ ). Im Abkalbebereich verschiebt sich der Anteil der Betriebe in beiden Gruppen in die Richtung der Intensivierung des üblichen Reinigungsverfahrens (Tabelle 4.23).

Tabelle 4.23: Art der Reinigung stark verschmutzter Euter in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Euterreinigung verschmutzter Euter			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
Leistungs- herde $p = 0,54$	Euterdusche/	Anzahl	13	8	21
	Eimersystem	%	56,5	42,1	50,0
	Intensivierung des	Anzahl	10	11	21
	üblichen Verfahrens	%	43,5	57,9	50,0
	Gesamt	Anzahl	23	19	42
Abkalbestall $p = 0,53$	Euterdusche/	Anzahl	10	6	16
	Eimersystem	%	43,5	31,6	38,1
	Intensivierung des	Anzahl	13	13	26
	üblichen Verfahrens	%	56,5	68,4	61,9
	Gesamt	Anzahl	23	19	42

## Ergebnisse

### 4.1.2.11 Verwendung von Desinfektionsmittel bei der Euterreinigung

Hier lassen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den hoch und niedrig prävalenten Ställen erkennen (Tabelle 4.24).

Tabelle 4.24: Verwendung von Desinfektionsmittel bei der Euterreinigung in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Euterreinigung Desinfektionsmittel			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
Leistungs-herde  p = 0,75	ja	Anzahl	16	12	28
		%	69,6	63,2	66,7
	nein	Anzahl	7	7	14
		%	30,4	36,8	33,3
	Gesamt	Anzahl	23	19	42
Abkalbestall  p = 0,74	ja	Anzahl	17	13	30
		%	73,9	68,4	71,4
	nein	Anzahl	6	6	12
		%	26,1	31,6	28,6
	Gesamt	Anzahl	23	19	42

## Ergebnisse

### 4.1.2.12 Durchführung der Euterreinigung

Während die Durchführung der Euterreinigung bei 73,9 % der niedrig prävalenten Betriebe als gut beurteilt wurde, bekamen diese Bewertung von den hoch prävalenten Betrieben nur 57,9 %. Bei den hoch prävalenten Betrieben wurde öfter auch das Urteil einer mittelmäßigen Durchführung getroffen (36,8 %) als bei den niedrig prävalenten (21,7 %). Der Unterschied ist nicht signifikant. Im Abkalbestall wurde in beiden Prävalenzgruppen die Durchführung der Euterreinigung deutlich besser bewertet. Hier wurde in 17 der 23 niedrig prävalenten (82,6 %) und in 13 der 19 hoch prävalenten Ställe (72,2 %) die Bewertung „gut“ gegeben (Tabelle 4.25).

Tabelle 4.25: Beurteilung der Durchführung der Euterreinigung in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Durchführung der Euterreinigung			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
Leistungs-herde  p=0,31	gut	Anzahl	17	11	28
		%	73,9	57,9	66,7
	mittel	Anzahl	5	7	12
		%	21,7	36,8	28,6
	schlecht	Anzahl	1	1	2
		%	4,3	5,3	4,8
Gesamt		Anzahl	23	19	42
Abkalbestall  p=0,53	gut	Anzahl	19	13	32
		%	82,6	72,2	78,0
	mittel	Anzahl	3	4	7
		%	13,0	22,2	17,1
	schlecht	Anzahl	1	1	2
		%	4,3	5,6	4,9
Gesamt		Anzahl	23	18	41

### 4.1.2.13 Sauberkeit der Euter vor der Reinigung

Während in den niedrig prävalenten Betrieben die Euter der Tiere in der Leistungsherde zu über die Hälfte als mäßig verschmutzt beurteilt wurden (56,5 %), waren bei den hoch prävalenten in über der Hälfte der Betriebe die Euter kaum verschmutzt (52,6 %). Dafür gab es zwei Betriebe unter den hoch prävalenten, in

## Ergebnisse

denen die Euter als stark verschmutzt bewertet wurden. Dieses Urteil war bei den niedrig prävalenten Betrieben gar nicht gefallen.

Der Unterschied zwischen niedrig und hoch prävalenten Betrieben ist nicht signifikant. Im Abkalbestall kamen sehr ähnliche Befunde bei beiden Prävalenzgruppen zustande. Hier sind jeweils fast 60 % aller Betriebe als sauber beurteilt worden (Tabelle 4.26).

Tabelle 4.26: Beurteilung der Sauberkeit der Euter vor der Reinigung in Betrieben  
mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit  
*Staphylococcus aureus*

Eutersauberkeit			Prävalenz	Gesamt	
			niedrig	hoch	
Leistungs- Herde  p = 0,87	kaum verschmutzt	Anzahl	10	10	20
		%	43,5	52,6	47,6
	mäßig verschmutzt	Anzahl	13	7	20
		%	56,5	36,8	47,6
	stark verschmutzt	Anzahl	0	2	2
		%	0	10,5	4,8
Gesamt		Anzahl	23	19	42
Abkalbestall  p = 1,0	kaum verschmutzt	Anzahl	13	11	24
		%	56,5	57,9	57,1
	mäßig verschmutzt	Anzahl	9	7	16
		%	39,1	36,8	38,1
	stark verschmutzt	Anzahl	1	1	2
		%	4,3	5,3	4,8
Gesamt		Anzahl	23	19	42

## Ergebnisse

### 4.1.2.14 Sauberkeit der Melker

Die Sauberkeit der Melker (Kleidung) in der Leistungsherde wurde bei mehr der niedrig prävalenten Betriebe als sauber eingeschätzt (60,9 %) als bei den hoch prävalenten (47,4 %). In den hoch prävalenten Betrieben wurden die Melker eher als mäßig verschmutzt eingeschätzt (52,6 %). Der Unterschied zwischen niedrig und hoch prävalenten Betrieben ist nicht statistisch signifikant. Im Abkalbestall wurden in beiden Prävalenzgruppen in mehr Betrieben die Melker als sauber bewertet (61,9 %). In einem hoch prävalenten Betrieb wurden die Melker im Abkalbestall allerdings als stark verschmutzt angesehen (Tabelle 4.27).

Tabelle 4.27: Sauberkeit der Melker in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Melkersauberkeit			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
Leistungs- herde  p = 0,53	sauber	Anzahl	14	9	23
		%	60,9	47,4	54,8
	mäßig verschmutzt	Anzahl	9	10	19
		%	39,1	52,6	45,2
Gesamt		Anzahl	23	19	42
Abkalbestall  p = 0,64	sauber	Anzahl	15	11	26
		%	65,2	57,9	61,9
	mäßig verschmutzt	Anzahl	8	7	15
		%	34,8	36,8	35,7
	stark verschmutzt	Anzahl	0	1	1
		%	0	5,3	2,4
Gesamt		Anzahl		23	19

### 4.1.2.15 Vorhandene Handwaschmöglichkeiten

In der Melkanlage der Leistungsherde waren in den niedrig prävalenten Betrieben zum größten Teil nur Handwaschmöglichkeiten mit der Möglichkeit zum Abspülen mit Wasser gegeben (60,9 %). Von den hoch prävalenten Betrieben wurden dagegen mehr Handwaschmöglichkeiten mit der Möglichkeit zur Nutzung von Seife und Desinfektionsmittel zur Verfügung gestellt. Dieser Unterschied ist nicht statistisch signifikant (p = 0,30).



## Ergebnisse

Zu den Handwaschmöglichkeiten im Abkalbestall lagen von zwei der hoch prävalenten Betriebe keine Angaben vor.

Über 80 % der niedrig prävalenten Betriebe hatten im Abkalbestall nur die Möglichkeit des Händewaschens mit Wasser, während in den hoch prävalenten Betrieben der Schwerpunkt beim Einsatz von Desinfektionsmittel (47,1 %) und Seife (35,3 %) bestand. Der Unterschied zwischen hoch und niedrig prävalenten Betrieben zu den Handwaschmöglichkeiten im Abkalbestall ist signifikant ( $p = 0,0013$ ; Tabelle 4.28).

Tabelle 4.28: Art der vorhandenen Handwaschmöglichkeiten in der Melkanalage  
in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen  
mit *Staphylococcus aureus*

Handwaschmöglichkeiten			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
Leistungs- herde  $p = 0,30$	Wasser	Anzahl	14	7	21
		%	60,9	36,8	50,0
	Seife	Anzahl	6	7	13
		%	26,1	36,8	31,0
	Desinfektionsmittel	Anzahl	3	5	8
		%	13,0	26,3	19,0
Gesamt		Anzahl	23	19	42
Abkalbestall  $p = 0,0013$	Wasser	Anzahl	15	3	18
		%	65,2	17,6	45,0
	Seife	Anzahl	7	6	13
		%	30,4	35,3	32,5
	Desinfektionsmittel	Anzahl	1	8	9
		%	4,3	47,1	22,5
Gesamt		Anzahl	23	17	40

## Ergebnisse

### 4.1.2.16 Nutzung der Handwaschmöglichkeiten

Unabhängig von der Prävalenz wurden in fast allen Betrieben die Handwaschgelegenheiten benutzt (Tabelle 4.29).

Tabelle 4.29: Nutzung der Handwaschmöglichkeiten in der Melkanalage von Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Nutzung einer Handwaschmöglichkeit			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
Leistungs-herde  p = 0,61	ja	Anzahl	20	18	38
		%	87,0	94,7	90,5
	nein	Anzahl	3	1	4
		%	13,0	5,3	9,5
Gesamt		Anzahl	23	19	42
Abkalbestall  p = 1,0	ja	Anzahl	19	16	35
		%	86,4	88,9	87,5
	nein	Anzahl	3	2	5
		%	13,6	11,1	12,5
Gesamt		Anzahl	22	18	40



## Ergebnisse

Im Abkalbestall wurde die Zitzendesinfektion in allen Betrieben nur per Hand durchgeführt (97,6 %), bis auf einen niedrig prävalenten Stall, der die Zitzen im Abkalbestall gar nicht desinfizierte (Tabelle 4.31).

Tabelle 4.31: Art der Zitzendesinfektion von Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Art der Zitzendesinfektion			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
Leistungs- herde  p = 0,49	von Hand	Anzahl	21	19	40
		%	91,3	100,0	95,2
	technisch	Anzahl	2	0	2
		%	8,7	0	4,8
	Gesamt	Anzahl	23	19	42
Abkalbestall  p = 1,0	keine	Anzahl	1	0	1
		%	4,3	0	2,4
	von Hand	Anzahl	22	19	41
		%	95,7	100,0	97,6
	Gesamt	Anzahl	23	19	42

### 4.1.2.19 Art der Desinfektion von Hand

In der Art der Desinfektion von Hand unterschieden sich niedrig und hoch prävalente Ställe kaum (Tabelle 4.32).

Tabelle 4.32: Art der Durchführung der manuellen Zitzendesinfektion in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Zitzendesinfektion von Hand			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
Leistungs- herde  p = 1,0	sprühen	Anzahl	2	1	3
		%	9,5	5,3	7,5
	tauchen	Anzahl	19	18	37
		%	90,5	94,7	92,5
	Gesamt	Anzahl	21	19	40
Abkalbestall  p = 0,49	sprühen	Anzahl	2	0	2
		%	9,1	0	4,9
	tauchen	Anzahl	20	19	39
		%	90,9	100,0	95,1
	Gesamt	Anzahl	22	19	41

## Ergebnisse

### 4.1.2.20 Wirkstoffgruppe des Zitzendesinfiziens

Für die Leistungsherde wurden hauptsächlich Iod (69,0 %) oder andere DVG-geprüfte Wirkstoffe (23,9 %) verwendet. In drei der niedrig prävalenten Betriebe (13,0 %) wurden ungeprüfte Wirkstoffe benutzt. Im Abkalbebereich war dies ähnlich, hier wurde allerdings von mehr Betrieben Iod zur Zitzendesinfektion angewendet (75,6 %; Tabelle 4.33).

Tabelle 4.33: Wirkstoff des Zitzendesinfiziens von Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Zitzendesinfektion Wirkstoff			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
Leistungs- herde  p = 0,30	Iod	Anzahl	14	15	29
		%	60,9	78,9	69,0
	DVG-geprüft	Anzahl	6	4	10
		%	26,1	21,1	23,8
	ungeprüft	Anzahl	3	0	3
		%	13,0	,0%	7,1
Gesamt		Anzahl	23	19	42
Abkalbestall  p = 0,99	Iod	Anzahl	16	15	31
		%	72,7	78,9	75,6
	DVG-geprüft	Anzahl	5	4	9
		%	22,7	21,1	22,0
	ungeprüft	Anzahl	1	0	1
		%	4,5	0	2,4
Gesamt		Anzahl	22	19	41

### 4.1.2.21 Vorhandensein einer Pflegekomponente

In fast allen Mitteln zur Zitzendesinfektion war eine Pflegekomponente enthalten (Tabelle 4.34).

## Ergebnisse

Tabelle 4.34: Vorhandensein einer Pflegekomponente im Zitzendesinfiziens von Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Zitzendesinfektion Pflegekomponente			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
Leistungs- herde	ja	Anzahl	21	19	40
		%	91,3	100,0	95,2
	nein	Anzahl	2	0	2
		%	8,7	0	4,8
	Gesamt	Anzahl	23	19	42
p = 0,49					
Abkalbestall	ja	Anzahl	18	19	37
		%	85,7	100,0	92,5
	nein	Anzahl	3	0	3
		%	14,3	0	7,5
	Gesamt	Anzahl	21	19	40
p = 0,23					

### 4.1.2.22 Barrieredip

In den hoch prävalenten Betrieben wurde öfter ein Barrieredip angewendet, als in den niedrig prävalenten. Für Leistungsherde und Frischabkalber wendeten 68,4 % der hoch prävalenten Betriebe einen Barrieredip an, bei den niedrig prävalenten Betrieben waren es nur 56,5 % für die Leistungsherde und 45,5 % für die Frischabkalber.

Der Unterschied zwischen hoch und niedrig prävalenten Betrieben ist statistisch nicht signifikant ( $p = 0,21$ ; Tabelle 4.35).

Tabelle 4.35: Anwendung eines Barrieredips von Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Zitzendesinfektion Barrieredip			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
Leistungs- herde	ja	Anzahl	13	13	26
		%	56,5	68,4	61,9
	nein	Anzahl	10	6	16
		%	43,5	31,6	38,1
	Gesamt	Anzahl	23	19	42
p = 0,53					
Abkalbestall	ja	Anzahl	10	13	23
		%	45,5	68,4	56,1
	nein	Anzahl	12	6	18
		%	54,5	31,6	43,9
	Gesamt	Anzahl	22	19	41
p = 0,21					

## Ergebnisse

### 4.1.3 Mastitismanagement

#### 4.1.3.1 Sekretkontrolle

In den meisten Betrieben wurde eine Sekretkontrolle auf eine schwarze Platte oder Vormelkbecher mit Platte durchgeführt. Drei niedrig prävalente Betriebe (13,0 %) nutzten den Vormelkbecher ohne Platte. Lediglich in einem niedrig prävalenten und zwei hoch prävalenten Betrieben wurde die Sekretkontrolle nicht regelmäßig durchgeführt (Tabelle 4.36).

Tabelle 4.36: Durchführung einer Sekretkontrolle in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Sekretkontrolle			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
p = 0,30	nicht	Anzahl	1	2	3
	regelmäßig	%	4,3	10,5	7,1
	Becher ohne	Anzahl	3	0	3
	Platte	%	13,0	0	7,1
	schwarze	Anzahl	19	17	36
	Platte/ Vor- melkbecher	%	82,6	89,5	85,7
Gesamt		Anzahl	23	19	42

#### 4.1.3.2 Sekretveränderung

Während von den niedrig prävalenten Betrieben 60,9 % ein Sekret schon bei leichter Abweichung vom Milchcharakter als verändert ansehen, tun dies nur 47,4 % der hoch prävalenten. Während beim Rest der niedrig prävalenten Betriebe (39,1 %) das Sekret bei Vorhandensein einzelner Flocken als verändert gilt, gibt es drei hoch prävalente Betriebe (15,8 %) bei denen das Sekret erst bei Vorhandensein großer Flocken als krankhaft verändert eingeschätzt wird. Die unterschiedliche Bewertung des Sekretes bei hoch und niedrig prävalenten Ställen ist nicht statistisch signifikant (Tabelle 4.37).

## Ergebnisse

Tabelle 4.37: Einschätzung von Sekretveränderung der Milch in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Sekretveränderung			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
p = 0,26	Deckweißwasser	Anzahl	14	9	23
		%	60,9	47,4	54,8
	vereinzelte Flocken	Anzahl	9	7	16
		%	39,1	36,8	38,1
	große Flocken	Anzahl	0	3	3
		%	0	15,8	7,1
Gesamt		Anzahl	23	19	42

### 4.1.3.3 Bakteriologische Untersuchung bei klinischer Mastitis

Von den niedrig prävalenten Betrieben entschieden sich mehr für eine sofortige bakteriologische Untersuchung (BU) einer Milchprobe beim Auftreten einer klinischen Mastitis. Der größte Anteil der hoch prävalenten Betriebe veranlasste eine BU erst bei einem rezidivierenden Auftreten einer klinischen Mastitis bei einer Kuh.

Gar keine BU erfolgte in 26,1 % der niedrig und 33,3 % der hoch prävalenten Betriebe (Tabelle 4.38).

Es ergibt sich kein signifikanter Unterschied zwischen hoch und niedrig prävalenten Betrieben (p = 0,45).

Tabelle 4.38: Zeitpunkt der Durchführung einer bakteriologischen Untersuchung (BU) der Milch bei klinischen Fällen in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

BU			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
p = 0,45	sofort	Anzahl	11	5	16
		%	47,8	27,8	39,0
	Rezidiv	Anzahl	6	7	13
		%	26,1	38,9	31,7
	keine	Anzahl	6	6	12
		%	26,1	33,3	29,3
Gesamt		Anzahl	23	18	41



## Ergebnisse

### 4.1.3.4 Routine Bakteriologische Untersuchung

Nur 39 Betriebe machten Angaben zur Durchführung einer Routine BU. Von zwei niedrig prävalenten und einem hoch prävalenten Stall fehlten die Angaben.

In fast allen hoch prävalenten Betrieben (94,4 %) wurden Routine BUs zum Trockenstellen durchgeführt, ein Betrieb schickte Proben als Bestandskontrolle ein. Auch die Mehrzahl der niedrig prävalenten Betriebe ließ BUs zum Trockenstellen durchführen (76,2 %). Einige der niedrig prävalenten Betriebe führten Untersuchungen nach dem Kalben durch (23,8 %), dies wurde von keinem der hoch prävalenten Ställe gemacht. Der Unterschied ist statistisch signifikant ( $p = 0,05$ ; Tabelle 4.39).

Tabelle 4.39: Zeitpunkt der Durchführung einer routinemäßigen bakteriologischen Untersuchung der Milch in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Routine BU			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
p = 0,05	post partum	Anzahl	5	0	5
		%	23,8	0	12,8
	Bestands- kontrolle	Anzahl	0	1	1
		%	0	5,6	2,6
	zum Trocken- stellen	Anzahl	16	17	33
		%	76,2	94,4	84,6
Gesamt		Anzahl	21	18	39

### 4.1.3.5 Behandlungszeitpunkt

Fast alle Betriebe behandelten unabhängig von der Prävalenz sofort nach festgestellter Sekretveränderung. Einer der hoch prävalenten Betriebe therapierte erst beim Auftreten von Störungen des Allgemeinbefindens. In der Wahl ihres Behandlungszeitpunktes unterscheiden sich hoch und niedrig prävalente Betriebe kaum (Tabelle 4.40).

## Ergebnisse

Tabelle 4.40: Behandlungszeitpunkt nach festgestellter Sekretveränderung der Milch in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Behandlungszeitpunkt			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
p = 0,79	sofort	Anzahl	21	16	37
		%	91,3	84,2	88,1
	nach einem Tag	Anzahl	2	2	4
		%	8,7	10,5	9,5
	bei Allgemein-symptomatik	Anzahl	0	1	1
		%	0	5,3	2,4
Gesamt		Anzahl	23	19	42

### 4.1.3.6 Art der Behandlung

In der Art der Behandlung sind sich hoch und niedrig prävalente Betriebe ähnlich. Die meisten Betriebe behandelten nach tierärztlicher Anweisung, einige nach tierärztlicher Untersuchung.

In einem der hoch prävalenten Ställe wurde zunächst abgewartet und gesalbt. Zwischen hoch und niedrig prävalenten Betrieben gibt es in der Art der Behandlung von Mastitiden keine signifikanten Unterschiede (Tabelle 4.41).

Tabelle 4.41: Art der Euterbehandlung in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*)

Behandlungsart			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
p = 0,71	Anweisung von Tierarzt	Anzahl	17	14	31
		%	73,9	73,7	73,8
	Untersuchung durch Tierarzt	Anzahl	6	4	10
		%	26,1	21,1	23,8
	abwarten/salben	Anzahl	0	1	1
		%	0	5,3	2,4
Gesamt		Anzahl	23	19	42

## Ergebnisse

### 4.1.3.7 Behandlung nicht klinisch erkrankter Viertel

Das Vorgehen beim Umgang mit nicht klinisch erkrankten Vierteln war in hoch und niedrig prävalenten Betrieben ähnlich (Tabelle 4.42).

Tabelle 4.42: Behandlung von klinisch nicht erkrankten Eutervierteln in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Viertelbehandlung			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
p = 1,0	nein	Anzahl	8	6	14
		%	34,8	31,6	33,3
	Untersuchung	Anzahl	15	13	28
		%	65,2	68,4	66,7
	Gesamt	Anzahl	23	19	42

### 4.1.3.8 Systemische Behandlung

Im Einsatz systemischer Behandlungsmethoden existieren kaum Unterschiede zwischen hoch und niedrig prävalenten Betrieben (Tabelle 4.43).

Tabelle 4.43: Einsatz systemischer Behandlung von Euterinfektionen in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Systemische Behandlung			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
p = 0,99	bei schwerer	Anzahl	19	16	35
		%	82,6	84,2	83,3
	Klinik	Anzahl	2	2	4
		%	8,7	10,5	9,5
	Bakteriol.	Anzahl	2	1	3
		%	8,7	5,3	7,1
	Untersuchung	Anzahl	23	19	42

## Ergebnisse

### 4.1.3.9 Behandlung von Tieren mit Zellzahlerhöhung

Der Großteil der niedrig prävalenten Betriebe behandelte Tiere, die eine erhöhte Zellzahl ohne klinische Symptome aufweisen, gar nicht, während nur vier der hoch prävalenten Betriebe ihre Tiere mit erhöhten Zellzahlen nicht behandelten. Etwa 43,5 % der niedrig prävalenten und etwa 47,4 % der hoch prävalenten Betriebe behandelten ab einem Zellzahlanstieg von über 300.000 Zellen. Der Unterschied zwischen hoch und niedrig prävalenten Betrieben beim Vorgehen bezüglich der Behandlung von Tieren mit Zellzahlerhöhung ist statistisch signifikant (Tabelle 4.44).

Tabelle 4.44: Abwägung der Behandlung von Tieren mit erhöhter Zellzahl in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Behandlung bei Zellzahlerhöhung			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
p = 0,013	nein	Anzahl	12	4	16
		%	52,2	21,1	38,1
	bei >300.000 Zellen	Anzahl	10	9	19
		%	43,5	47,4	45,2
	ab 1.000.000 Zellen	Anzahl	1	6	7
		%	4,3	31,6	16,7
Gesamt		Anzahl	23	19	42

### 4.1.3.10 Art der Behandlung von Tieren mit Zellzahlerhöhung

Tiere mit Zellzahlerhöhung wurden in 61,5 % der hoch und niedrig prävalenten Betriebe mit lokalem Antibiotikum behandelt. 40 % der hoch prävalenten Betriebe setzten zusätzlich eine systemische Behandlung ein, während nur 27,3 % der niedrig prävalenten Betriebe diese Option wählten. Einer der hochprävalenten Ställe nutzte ein unter „sonstige“ laufendes homöopathisches Präparat für die Kühe mit Zellzahlerhöhung. Der Unterschied zwischen hoch und niedrig prävalenten Betrieben in der Art der Behandlung von Tieren mit Zellzahlerhöhung ist nicht statistisch signifikant (p = 0,41; Tabelle 4.45).

## Ergebnisse

Tabelle 4.45: Abwägung der Behandlung von Tieren mit erhöhter Zellzahl in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Behandlungsart ZZ			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
p = 0,41	lokale AB	Anzahl	7	9	16
		%	63,6	60,0	61,5
	systemisch AB	Anzahl	3	6	11
		%	27,3	40,0	34,6
	sonstige	Anzahl	1	0	1
		%	9,1	0	3,8
	Gesamt	Anzahl	12	16	28

### 4.1.3.11 Bakteriologische Untersuchung vor dem Trockenstellen

Eine bakteriologische Untersuchung der Milch vor dem Trockenstellen ließen 78,9 % der niedrig prävalenten Betriebe immer durchführen, während dies nur 69,6 % der hoch prävalenten Betriebe taten. Circa 14 % der Betriebe in beiden Prävalenz-Gruppen ließen nur die Milch von in der Laktation auffällig gewordenen Tieren untersuchen. Vier der niedrig prävalenten (17,4 %) und nur einer der hoch prävalenten Ställe (5,3 %) führten gar keine BU vor dem Trockenstellen durch.

Der Unterschied zwischen hoch und niedrig prävalenten Betrieben in der Ausführung einer BU vor dem Trockenstellen ist nicht statistisch signifikant (p = 0,53; Tabelle 4.46).

Tabelle 4.46: Durchführung einer bakteriologischen Untersuchung vor dem Trockenstellen in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Bakteriologische Untersuchung vor dem Trockenstellen			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
p = 0,53	nein	Anzahl	4	1	5
		%	17,4	5,3	11,9
	alle Trockensteher	Anzahl	16	15	31
		%	69,6	78,9	73,8
	Auffällige	Anzahl	3	3	6
		%	13,0	15,8	14,3
	Gesamt	Anzahl	23	19	42

## Ergebnisse

### 4.1.3.12 Vorgehen bei positiver bakteriologischer Untersuchung

Alle hoch prävalenten Betriebe, die eine positive bakteriologische Untersuchung (BU) vorliegen haben, führten eine Laktationsbehandlung vor dem Trockenstellen durch. Der Großteil der niedrig prävalenten Betriebe handelte ebenso, wobei drei dieser Betriebe (15,8 %) eine „Behandlung“ durch den Trockensteller durchführten. Es war kein Betrieb vorhanden, der bei Vorliegen eines Keimnachweises in der Milchprobe keine Therapie durchführte.

Der Unterschied zwischen hoch und niedrig prävalenten Betrieben ist nicht statistisch signifikant ( $p = 0,23$ ; Tabelle 4.47).

Tabelle 4.47: Vorgehen bei *Staphylococcus aureus* positiver Untersuchung bei trockenzustellenden Tieren in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

positive BU			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
$p = 0,23$	Laktations-	Anzahl	16	18	34
	behandlung	%	84,2	100,0	91,9
	Behandlung durch	Anzahl	3	0	3
	Trockensteller	%	15,8	0	8,1
	Gesamt	Anzahl	19	18	37

### 4.1.3.13 Trockenstellen unter Antibiotikenschutz

Die Entscheidung zur Anwendung von antibiotikahaltigen Trockenstellern wurde in beiden Prävalenzgruppen sehr ähnlich getroffen (Tabelle 4.48).

Tabelle 4.48: Auswahl der Tiere, die in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus* unter Antibiotikenschutz trockengestellt wurden

AB haltiger Trockensteller			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
$p = 1,0$	selektiv	Anzahl	5	4	9
		%	21,7	21,1	21,4
	alle	Anzahl	18	15	33
		%	78,3	78,9	78,6
	Gesamt	Anzahl	23	19	42

## Ergebnisse

### 4.1.3.14 Wirkstoff antibiotikahaltiger Trockensteller

Der Großteil der niedrig prävalenten Betriebe (43,5 %) wendete Penicillin G-haltigen Trockensteller an, während nur 26,3 % der hoch prävalenten Betriebe darauf zurückgriffen. Sie bevorzugten Trockensteller mit Cloxacillin (47,4 %), der auch von 39,1 % der hoch prävalenten Betriebe genutzt wurde. Cephalosporine wurden in beiden Prävalenzgruppen am wenigsten eingesetzt (21,4 %). Der Unterschied in der Anwendung der Wirkstoffe ist zwischen hoch und niedrig prävalenten Betrieben nicht statistisch signifikant ( $p = 0,49$ ; Tabelle 4.49).

Tabelle 4.49: Wirkstoff des antibiotikahaltigen Trockenstellers in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Art AB			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
p = 0,56	Penicillin G	Anzahl	10	5	15
		%	43,5	26,3	35,7
	Cloxacillin	Anzahl	9	9	18
		%	39,1	47,4	42,9
	Cephalosporin	Anzahl	4	5	9
		%	17,4	26,3	21,4
Gesamt		Anzahl	23	19	42

### 4.1.3.15 Anwendung von „teat sealern“

Über 80 % der niedrig prävalenten und circa 68 % der hoch prävalenten Betriebe wendeten zum Trockenstellen einen Zitzenverschluß, einen sogenannten „teat sealer“, an.

Dabei wurde in beiden Prävalenzgruppen der äußere Zitzenverschluß (57,1 %) gegenüber dem inneren Zitzenverschluß (19 %) bevorzugt. Der Unterschied zwischen hoch und niedrig prävalenten Betrieben ist nicht statistisch signifikant ( $p = 0,33$ ; Tabelle 4.50).

## Ergebnisse

Tabelle 4.50: Verwendung von Zitzenverschlüssen in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Teat sealer			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
p = 0,33	nein	Anzahl	4	6	10
		%	17,4	31,6	23,8
	äußerer	Anzahl	13	11	24
		%	56,5	57,9	57,1
	innerer	Anzahl	6	2	8
		%	26,1	10,5	19,0
Gesamt		Anzahl	23	19	42

### 4.1.3.16 Art des Trockenstellens

In allen auswertbaren Betrieben wurden die Kühe abrupt trocken gestellt (Tabelle 4.51).

Tabelle 4.51: Art des Trockenstellens in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Trockenstellen Art			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
abrupt	Anzahl		22	19	41
	%		100	100,0	100
ausschleichend	Anzahl		0	0	1
	%		0	0	0
Gesamt		Anzahl	22	19	41

### 4.1.3.17 Verwertung von Mastitismilch

Unabhängig von der Prävalenz wurde in der Mehrzahl der Betriebe die Milch mastitiskranker Kühe entsorgt. In niedrig prävalenten Betrieben wurde die Milch entweder gleich (21,7 %) oder nach Erhitzung (4,3 %), häufiger an Kälber verfüttert als in hoch prävalenten Betrieben (15,8 % nach Erhitzung). Dieser Unterschied ist nicht statistisch signifikant (p = 0,84; Tabelle 4.52).



## Ergebnisse

Tabelle 4.52: Art der Verwertung von Mastitismilch in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Mastitismilch			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
p = 0,84	Kälber	Anzahl	5	3	8
		%	21,7	15,8	19,0
	Kälber nach Erhitzen	Anzahl	1	0	1
		%	4,3	0	2,4
	Entsorgung	Anzahl	17	16	33
		%	73,9	84,2	78,6
Gesamt		Anzahl	23	19	42

### 4.1.3.18 Resistenzlage

Mit Ausnahme von zwei niedrig prävalenten Betrieben (8,7 %) lagen in allen anderen Betrieben (95,2 %) Ergebnisse zur Resistenzlage der nachgewiesenen *Staphylococcus aureus*-Stämme vor (Tabelle 4.53).

Tabelle 4.53: Stand der Kenntnis über die Resistenzlage in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Resistenzlage			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
p = 0,29	ja	Anzahl	21	19	40
		%	91,3	100,0	95,2
	nein	Anzahl	2	0	2
		%	8,7	0	4,7
Gesamt		Anzahl	23	19	42

### 4.1.3.19 Laktationsbehandlung subklinisch infizierter Tiere

Eine Laktationsbehandlung subklinisch infizierter Tiere wird in 63,2 % der hoch prävalenten Betriebe durchgeführt und damit deutlich öfter als in niedrig prävalenten Betrieben (34,8 %).

Der Unterschied zwischen hoch und niedrig prävalenten Betrieben ist jedoch nicht statistisch signifikant (p = 0,12; Tabelle 4.54).

## Ergebnisse

Tabelle 4.54: Durchführung einer Laktationsbehandlung subklinisch infizierter Tiere in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Laktationsbehandlung <i>Staphylococcus aureus</i> - positiver Tiere			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
p = 0,12	ja	Anzahl	8	12	20
		%	34,8	63,2	47,6
	nein	Anzahl	15	7	22
		%	65,2	36,8	52,4
Gesamt		Anzahl	23	19	42

### 4.1.3.20 Häufigkeit infizierter Färsen

Ein besonders häufiges Auftreten von positiven Befunden bei Färsen wurde in beiden Prävalenzgruppen nicht festgestellt (Tabelle 4.55). Von zwei Betrieben fehlten die Angaben.

Tabelle 4.55: Häufung *Staphylococcus aureus* positiver Befunde bei Färsen in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

positive Färsen			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
p = 0,64	ja	Anzahl	2	3	5
		%	9,1	16,7	12,5
	nein	Anzahl	20	15	35
		%	90,9	83,3	87,5
Gesamt		Anzahl	22	18	40

### 4.1.3.21 Verfahrensweise bei positiven Tieren

Unabhängig von der Prävalenz wird mit Tieren, deren Mastitis durch *Staphylococcus aureus* ausgelöst wurde, in den meisten Ställen genauso wie mit Tieren mit einer Mastitis anderer Genese umgegangen (83,3 %). Lediglich zwei der niedrig prävalenten Betriebe merzten *Staphylococcus aureus* positive Tiere. Separiert

## Ergebnisse

gehalten wurden sie in zwei der niedrig prävalenten (8,7 %) und drei der hoch prävalenten (15,8 %) Betriebe (Tabelle 4.56).

Tabelle 4.56: Verfahrensweise mit *Staphylococcus aureus* positiv getesteten Tieren in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Management Staph.pos.			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
p = 0,47	Separation	Anzahl	2	3	5
		%	8,7	15,8	11,9
	Merzung	Anzahl	2	0	2
		%	8,7	0	4,8
	Keine Sonderbehandlu ng	Anzahl	19	16	35
		%	82,6	84,2	83,3
Gesamt	Anzahl	23	19	42	

### 4.1.2.22 Auftreten von Rezidiven bzw. therapieresistenten Tieren

Im Auftreten von Rezidiven und therapieresistenten Tieren unterscheiden sich hoch und niedrig prävalente Betriebe kaum. Sie treten in beiden Gruppen zu über 70 % auf (Tabelle 4.59). Drei Ställe machten dazu keine Angaben.

Tabelle 4.59: Einschätzung des gehäuften Auftretens von Rezidiven oder therapieresistenten Tieren in Betrieben mit hoher und niedriger Prävalenz an Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus*

Rezidive			Prävalenz		Gesamt
			niedrig	hoch	
p = 0,73	ja	Anzahl	15	14	29
		%	71,4	77,8	74,4
	nein	Anzahl	6	4	10
		%	28,6	22,2	25,6
Gesamt		Anzahl	21	18	39

## Ergebnisse

### 4.2 Vergleich der Leistungsdaten aus der Milchleistungsprüfung (MLP)

#### 4.2.1 Vergleich der Leistungsparameter zwischen Kühen mit Nachweis von *Staphylococcus aureus* in der Milch und ohne Nachweis unter Beachtung der Prävalenz

##### 4.2.1.1 Milchleistung

Die im Zeitraum vom 01.09.2007 bis 31.08.2008 insgesamt 2030 *Staphylococcus aureus* positiv getesteten Tiere aus den niedrig prävalenten Betrieben und 1131 *Staphylococcus aureus* positiv getesteten Tieren aus den hoch prävalenten Betrieben wurden bezüglich der Milchleistung mit im selben Zeitraum negativ getesteten Tieren aus dem selben Betrieb in der gleichen Laktation und annähernd gleichen Zeit post partum verglichen (Tabelle 4.60).

Tabelle 4.60: Tagesmilchleistung aus der MLP *Staphylococcus aureus* positiver und negativer Vergleichstiere aus niedrig und hoch prävalenten Betrieben

	Niedrig prävalente Betriebe		Hoch prävalente Betriebe		Milchleistung (kg) Gesamt
	Mittelwert	Standard-abweichung	Mittelwert	Standard-abweichung	
Milchleistung (kg) positives Tier	25,5	10,2	23,2	9,9	24,7
Milchleistung (kg) negative Tiere	26,0	7,7	24,5	8,2	25,5
Milchleistung (kg) Gesamt	25,7		23,9		25,1

Sowohl in den niedrig als auch hoch prävalenten Betrieben war die Milchleistung der *Staphylococcus aureus* positiv getesteten Tiere statistisch signifikant niedriger als die der negativen Tiere ( $p < 0,0001$ ).

Unabhängig vom Infektionsstatus der Tiere ist die Milchleistung in den niedrig prävalenten Betrieben statistisch signifikant höher, als die in den hochprävalenten Betrieben ( $p < 0,0001$ ).

## Ergebnisse

In den niedrig prävalenten Betrieben ist der Unterschied in der Milchleistung der positiv getesteten Tiere und der negativen Tiere geringer (Differenz 0,44 l) als in den hochprävalenten Betrieben (Differenz 1,3 l). Dieser Unterschied ist statistisch signifikant ( $p = 0,001$ ).

### 4.2.1.2 Milchfett

Insgesamt 2030 *Staphylococcus aureus* positiv getestete Tiere aus den niedrig prävalenten Betrieben und 1131 *Staphylococcus aureus* positiv getestete Tiere aus den hoch prävalenten Betrieben wurden bezüglich des Milchfettgehaltes mit negativ getesteten Tieren aus demselben Betrieb in der gleichen Laktation und annähernd gleichen Zeit post partum verglichen (Tabelle 4.61).

Tabelle 4.61: Milchfettgehalt *Staphylococcus aureus* positiver und negativer Vergleichstiere aus niedrig und hoch prävalenten Betrieben

	Niedrig prävalente Betriebe		Hoch prävalente Betriebe		Fettgehalt % gesamt
	Mittelwert	Standard-abweichung	Mittelwert	Standard-abweichung	
Fettgehalt % positives Tier	4,28	0,83	4,34	0,86	4,3
Fettgehalt % negative Tiere	4,27	0,54	4,28	0,6	4,27
Fettgehalt % gesamt	4,27		4,31		4,29

Der Milchfettgehalt der positiv getesteten Tiere aus den hoch und niedrig prävalenten Betrieben ist mit 4,3 % leicht höher, als der der negativen Tiere mit 4,27 %. Dieser Unterschied ist statistisch signifikant ( $p = 0,018$ ).

Der Milchfettgehalt in den niedrig prävalenten Betrieben ist unabhängig vom *Staphylococcus aureus*-Status der Tiere mit 4,27 % geringer als in den hoch prävalenten Betrieben (4,31 %). Dieser Unterschied ist statistisch nicht signifikant ( $p = 0,1$ ).

In den niedrig prävalenten Betrieben unterscheiden sich positiv getestete Tiere von den negativ getesteten Tieren um 0,01 % im Milchfettgehalt, während der Unterschied positiver zu negativen Tieren in hochprävalenten Betrieben bei 0,06 %

## Ergebnisse

liegt. Hier unterscheiden sich niedrig und hoch prävalente Betriebe statistisch signifikant ( $p = 0,049$ ).

### 4.2.1.3 Milcheiweiß

Insgesamt 2030 *Staphylococcus aureus* positiv getestete Tiere aus den niedrig prävalenten Betrieben und 1129 *Staphylococcus aureus* positiv getestete Tiere aus den hoch prävalenten Betrieben wurden bezüglich des Milcheiweißgehaltes mit negativ getesteten Tieren aus demselben Betrieb in der gleichen Laktation und annähernd gleichen Zeit post partum verglichen (Tabelle 4.62).

Tabelle 4.62: Milcheiweißgehalt *Staphylococcus aureus* positiver und negativer Vergleichstiere aus niedrig und hoch prävalenten Betrieben

	Niedrig prävalente Betriebe		Hoch prävalente Betriebe		Eiweiß- gehalt % gesamt
	Mittelwert	Standard- abweichung	Mittelwert	Standard- abweichung	
Eiweißgehalt % positives Tier	3,5	0,43	3,6	0,46	3,6
Eiweißgehalt % negative Tiere	3,5	0,34	3,6	0,33	3,5
Eiweißgehalt % gesamt	3,5		3,6		3,6

Der Milcheiweißgehalt liegt in allen Betrieben bei den *Staphylococcus aureus* positiven Tieren mit 3,6 % höher als bei den negativen Tieren mit 3,5 %. Der Unterschied ist statistisch signifikant ( $p = 0,01$ ).

In den niedrig prävalenten Herden ist der Eiweißgehalt der Milch unabhängig vom *Staphylococcus aureus*-Status der Tiere mit 3,5 % geringer, als der der hochprävalenten Ställe (3,6 %). Dieser Unterschied ist statistisch signifikant ( $p = 0,03$ ).

Die *Staphylococcus aureus* positiv getesteten Tiere haben in den niedrig prävalenten Ställen einen Milcheiweißgehalt von durchschnittlich 3,5 %, die negativen Tiere ebenfalls. In den hochprävalenten Ställen haben *Staphylococcus aureus* positiv

## Ergebnisse

getestete Tiere und negative Tiere einen Milcheiweißanteil von 3,6 %. Hier unterscheiden sich die positiv und negativ getesteten Tiere der hochprävalenten Ställe von denen der niedrig prävalenten Ställe statistisch nicht signifikant ( $p = 0,16$ ).

### 4.2.1.4 Laktosegehalt

Insgesamt 2030 *Staphylococcus aureus* positiv getestete Tiere aus den niedrig prävalenten Betrieben und 1129 *Staphylococcus aureus* positiv getestete Tier aus den hoch prävalenten Betrieben wurden bezüglich des Milchlaktosegehaltes mit negativ getesteten Tieren aus demselben Betrieb in der gleichen Laktation und annähernd gleichen Zeit post partum verglichen (Tabelle 4.63).

Tabelle 4.63: Milchlaktosegehalt *Staphylococcus aureus* positiver und negativer Vergleichstiere aus niedrig und hoch prävalenten Betrieben

	Niedrig prävalente Betriebe		Hoch prävalente Betriebe		Milch-laktose-Gehalt % gesamt
	Mittelwert	Standard-abweichung	Mittelwert	Standard-abweichung	
Milchlaktosegehalt % positives Tier	4,7	0,3	4,7	0,4	4,7
Milchlaktosegehalt % negative Tiere	4,7	0,2	4,7	0,2	4,7
Milchlaktosegehalt % Gesamt	4,7		4,7		4,7

Unabhängig von der Prävalenz der Ställe haben die *Staphylococcus aureus* positiv getesteten und negativen Tiere einen Laktosegehalt von durchschnittlich 4,7 %. Sie unterscheiden sich damit in diesem Wert nicht statistisch signifikant ( $p = 0,19$ ).

Die niedrig prävalenten Betriebe unterscheiden sich statusunabhängig im Laktosegehalt nicht statistisch signifikant von den hoch prävalenten Betrieben ( $p = 0,10$ ). Es gibt keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen positiv und

## Ergebnisse

negativ getesteten Tieren der niedrig prävalenten und den positiv negativ getesteten Tiere in den hoch prävalenten Betrieben ( $p = 0,67$ ).

### 4.2.1.5 Zellzahl

Insgesamt 2027 *Staphylococcus aureus* positiv getestete Tiere aus den niedrig prävalenten Betrieben und 1128 *Staphylococcus aureus* positiv getestete Tier aus den hoch prävalenten Betrieben wurden bezüglich des Zellgehaltes der Milch mit negativ getesteten Tieren aus demselben Betrieb in der gleichen Laktation und annähernd gleichen Zeit post partum verglichen (Tabelle 4.64).

Tabelle 4.64: Zellzahl der Milch *Staphylococcus aureus* positiver und negativer Vergleichstiere aus niedrig und hoch prävalenten Betrieben

	Niedrig prävalente Betriebe		Hoch prävalente Betriebe		Zellzahl in Tausend/ml Gesamt
	Mittelwert	Streufaktor	Mittelwert	Streufaktor	
Zellzahl in Tausend/ml positives Tier	151	3,5	236	3,5	174
Zellzahl in Tausend/ml negative Tiere	156	2,6	197	2,4	166
Zellzahl in Tausend/ml Gesamt	153		216		169

Die Zellzahlen sind bei den *Staphylococcus aureus* positiven Tieren unabhängig von der Prävalenz des Betriebes höher als bei den negativen Tieren. Der Unterschied zwischen den positiven und negativen Tieren ist statistisch signifikant ( $p = 0,006$ ). Die positiven Tiere der niedrig prävalenten Betriebe haben eine höhere Zellzahl als die negativen Tiere. Positive und negative Tiere der niedrig prävalenten Betriebe unterscheiden sich in den Zellzahlen weniger deutlich als die positiven und negativen der hoch prävalenten Betriebe. Der Unterschied ist statistisch signifikant ( $p = 0,0001$ ).



## Ergebnisse

Die niedrig prävalenten Ställe haben eine deutlich geringere Zellzahl als die hoch prävalenten Betriebe. Auch hier ist der Unterschied statistisch signifikant ( $p < 0,0001$ ).

### 4.2.1.6 Harnstoffgehalt

Insgesamt 2024 *Staphylococcus aureus* positiv getestete Tiere aus den niedrig prävalenten Betrieben und 1124 *Staphylococcus aureus* positiv getestete Tier aus den hoch prävalenten Betrieben wurden bezüglich des Harnstoffgehaltes der Milch mit negativ getesteten Tieren aus demselben Betrieb in der gleichen Laktation und annähernd gleichen Zeit post partum verglichen (Tabelle 4.65).

Tabelle 4.65: Harnstoffgehalt *Staphylococcus aureus* positiver und negativer Vergleichstiere aus niedrig und hoch prävalenten Betrieben

	Niedrig prävalente Betriebe		Hoch prävalente Betriebe		Harnstoffgehalt in mg/l gesamt
	Mittelwert	Standardabweichung	Mittelwert	Standardabweichung	
Harnstoffgehalt in mg/l positives Tier	202,1	108,4	242,4	65,3	216,5
Harnstoffgehalt in mg/l negative Tiere	203,3	102,8	243,8	50,9	217,8
Harnstoffgehalt in mg/l gesamt	202,7		243,1		217,1

Ohne Beachtung der Prävalenz des Betriebes ist der Harnstoffgehalt bei den Tieren, die *Staphylococcus aureus* positiv getestet sind, geringer als bei den negativen Tieren. Der Unterschied ist nicht statistisch signifikant ( $p = 0,15$ ).

Bei allen Tieren der niedrig prävalenten Betriebe ist unabhängig vom *Staphylococcus aureus*-Status der Harnstoffgehalt der Milch mit 202,7 mg/l deutlich niedriger als bei den Tieren der hochprävalenten Betriebe. Der Unterschied ist statistisch signifikant ( $p < 0,001$ ).

Der Unterschied im Harnstoffgehalt der positiven und negativen Tiere in den niedrig prävalenten Betrieben liegt bei etwa 1,2 mg/l und ist damit in etwa genauso groß, wie

## Ergebnisse

der Unterschied (1,4 mg/l) der *Staphylococcus aureus* positiven und negativen Tiere der hoch prävalenten Betriebe.

### 4.2.2 Vergleich der Leistungsparameter aus 14 Betrieben zwischen Kühen mit Nachweis von *Staphylococcus aureus* in der Milch und ohne Nachweis

Zur Auswertung wurden aus beiden Prävalenzgruppen mittels Zufallsgenerator jeweils 14 Betriebe ausgewählt und daraus jeweils 22 Vergleichspaare aus einem positiven und negativen Durchschnittsvergleichstier ermittelt, die dann bezüglich ihrer Leistungsdaten verglichen wurden.

#### 4.2.2.1 Milchleistung

Die Gruppe, die sich aus den 14 niedrig prävalenten Betrieben zusammensetzt, hat mit 24,7 l eine leicht höhere durchschnittliche Milchleistung als die Gruppe der hoch prävalenten Betriebe (23,4 l). Die beiden Gruppen unterscheiden sich in der Milchleistung nicht statistisch signifikant ( $p = 0,47$ ).

Die positiv getesteten Tiere beider Gruppen haben mit 23,3 l eine signifikant geringere Milchleistung als die negativen Tiere mit 24,8 l ( $p = 0,0003$ ).

Die einzelnen Betriebe innerhalb der Gruppen haben eine Standardabweichung in der Milchleistung von 4,2 l und unterscheiden sich damit statistisch signifikant ( $p < 0,0001$ ).

#### 4.2.2.2 Milchfett

In Bezug auf den Milchfettgehalt unterscheiden sich die niedrig prävalenten Betriebe (4,4 %) nicht statistisch signifikant von den hochprävalenten Betrieben (4,3 %;  $p = 0,51$ ). Die *Staphylococcus aureus* positiv getesteten Tiere unterscheiden sich mit einem höheren Gehalt von 4,4 % an Milchfett statistisch signifikant ( $p = 0,045$ ) von den negativen Tieren mit nur 4,3 % Milchfett.

## Ergebnisse

Innerhalb der Gruppen unterscheiden sich die Betriebe um 0,3 % im Milchfettgehalt. Der Unterschied zwischen den einzelnen Betrieben ist statistisch hoch signifikant ( $p < 0,0001$ ).

### 4.2.2.3 Milcheiweiß

Der Eiweißgehalt der niedrig prävalenten Betriebe liegt mit 3,6 % auf demselben Niveau wie der der hoch prävalenten Betriebe. Hier unterscheiden sich hoch und niedrig prävalente Ställe nicht ( $p = 0,97$ ).

Ein statistisch signifikanter Unterschied ( $p = 0,003$ ) findet sich beim Vergleich des Milcheiweißgehaltes der *Staphylococcus aureus* positiv getesteten Tiere beider Gruppen zu den negativen Tieren. Bei den positiven Tieren liegt er bei 3,61 %, bei den negativen Vergleichstieren bei 3,57 %.

### 4.2.2.4 Laktosegehalt

Tiere aus niedrig prävalenten Betrieben haben einen geringfügig niedrigeren Laktosegehalt (4,72 %) in der Milch als die der hoch prävalenten Betriebe (4,74 %). Sie unterscheiden sich nicht statistisch signifikant ( $p = 0,45$ ).

Der Laktosegehalt der positiven Tiere beider Gruppen entspricht mit 4,73 % dem der negativen Tiere beider Gruppen und unterscheidet sich somit nicht statistisch signifikant ( $p = 0,23$ ).

Die einzelnen Betriebe innerhalb der beiden Gruppen untereinander unterscheiden sich im Milchlaktoseanteil um 0,05 %. Damit unterscheiden sie sich statistisch signifikant ( $p < 0,0001$ ). Die einzelnen Betriebe in der jeweiligen Prävalenzgruppe haben eine Standardabweichung des Eiweißgehaltes von 0,1.

### 4.2.2.4 Zellzahl

In der Milch der niedrig prävalenten Betriebe wurden niedrigere Zellzahlen ermittelt (147000/ml) als in der Milch der hochprävalenten Betriebe (204000/ml). Damit

## Ergebnisse

unterscheiden sich niedrig und hoch prävalente Betriebe in der Höhe der Zellzahl nicht statistisch signifikant ( $p = 0,010$ ).

Die Tiere mit positivem *Staphylococcus aureus* Befund aus den jeweils 14 Betrieben beider Prävalenzgruppen haben eine deutlich höhere Zellzahl (190000/ml) als die negativen Vergleichstiere (154000/ml). Der Unterschied bezüglich der Zellzahl ist mit  $p = 0,007$  statistisch signifikant.

Zwischen den Betrieben besteht ein Streufaktor der Zellzahl von 1300/ml. Die Zellzahlgehalte der einzelnen Betriebe in den jeweiligen Gruppen unterscheiden sich somit statistisch signifikant ( $p = 0,0001$ ).

### 4.2.2.5 Harnstoffgehalt

In den niedrig prävalenten Betrieben lag der Harnstoffwert bei 217,6 mg/l und ist damit geringer als der Wert der hochprävalenten Betriebe mit 243,1mg/l. Dieser Unterschied ist allerdings nicht statistisch signifikant ( $p = 0,29$ ). Die Standardabweichung im Harnstoffwert liegt bei 61,7 mg/l.

In der Milch der positiv getesteten Tiere konnte ein geringerer Harnstoffwert nachgewiesen werden (228,7mg/l) als in der Milch der negativen Vergleichstiere (232,1 mg/l), wobei der Unterschied nicht statistisch signifikant ist ( $p = 0,26$ ).

Die Unterschiede der einzelnen Betriebe in den beiden Gruppen sind statistisch signifikant ( $p < 0,0001$ ).

### 5 Diskussion

#### 5.1 Diskussion der Fragestellung

Mastitiden, verursacht durch *Staphylococcus aureus*, sind eine der wichtigsten und weltweit sehr häufig nachgewiesenen Euterentzündungen mit einer hohen wirtschaftlichen Bedeutung (DVG, 2009). Mit der Infektion gehen eine verminderte Milchmenge und damit verbunden ein vermindertes Einkommen einher (PHILPOT, 1984). Hinzu kommen erhöhte Abgangsraten und eine schlechtere Bezahlung infolge einer erhöhten somatischen Zellzahl in der Milch (SMITH und HOGAN, 1993).

Es handelt sich dabei um eine Multifaktorenerkrankung, die aufgrund der Vielzahl in Betracht kommender Einflüsse nur schwer zu kontrollieren ist.

Um herauszufinden, welche Rolle verschiedene Faktoren für die Häufigkeit einer Erkrankung in einer Herde spielen, müssen diese verschiedensten Betriebsfaktoren genauer untersucht werden.

Ziel dieser Arbeit war es daher zu ermitteln, ob es im Bereich der Haltung, der Melktechnik und -hygiene oder im Mastitismanagement Faktoren gibt, in denen Betriebe mit einer hohen Prävalenz an *Staphylococcus aureus* verursachte Mastitis sich deutlich von denen mit einer geringen Prävalenz unterscheiden. Durch Aufdeckung dieser Zusammenhänge könnte es möglich sein, in der Bekämpfung von *Staphylococcus aureus*-Mastitiden gezielter vorzugehen.

Um die ökonomische Bedeutung darzustellen, wurden die Leistungsdaten der Milchleistungsprüfung von Tieren mit und Tieren ohne *Staphylococcus aureus*-Nachweis in der Milch, aber auch der Betriebe in den Prävalenzgruppen miteinander verglichen.

#### 5.2 Diskussion der Methode

Die Betriebs- und Managementfaktoren von 42 Milchviehbetrieben in Thüringen wurden in einem Fragebogen erfasst, der bei einem Betriebsrundgang mit dem Anlagenverantwortlichen und durch eine anschließende Befragung ausgefüllt wurde. Diese Methode wurde gewählt, da von ihr ein größerer Informationsgehalt erwartet

wurde, als wenn die Fragebögen versendet und vom Verfügungsberechtigten allein ausgefüllt worden wären. Der Betriebsrundgang konnte nicht in jedem Betrieb zu den Melkzeiten stattfinden, somit beruhen einige Informationen nur auf Nachfrage. Der Therapieerfolg einer antibiotischen Behandlung basierte in der vorliegenden Arbeit auf dem subjektiven Empfinden der Betriebsleiter, es wurden keine Untersuchungen durchgeführt, um den Therapierfolg zu kontrollieren.

Die Betriebe hatten regelmäßig Milchproben ins Milchlabor des Tiergesundheitsdienstes Thüringen gesendet und wurden anhand dieser Ergebnisse in hoch und niedrig prävalente Betriebe eingeteilt.

Um die weiteren Haltungsbedingungen zu erfassen, wurden zunächst in allen Betrieben Gruppen unterschieden. Es wurde in die Gruppen der „Trockensteher“, der „trockenstehende Tiere kurz vor der Geburt“, der „Tiere um die Geburt“ und der „Leistungsherde“ eingeteilt.

Die Auswertung der Milchleistungsdaten von 41 Betrieben erfolgte retrospektiv auf Grundlage der Daten der Milchleistungsprüfung, die im Tiergesundheitsdienst Thüringen vorlagen. Leider ließ es sich nicht vermeiden, dass die Betriebe über ihre Mastitisproblematik Kenntnis hatten, so dass zum Zeitpunkt der Befragung eventuell schon einige Risikofaktoren abgestellt worden sind, beziehungsweise durch Veränderung des Betriebsmanagements nicht mehr erfasst werden konnten.

### 5.3 Diskussion der Ergebnisse

#### 5.3.1 Haltungsbedingungen

In den niedrig prävalenten Betrieben war die Anzahl der gehaltenen Tiere signifikant höher als in den hoch prävalenten Herden. Die niedrig prävalenten Betriebe hatten mehr als 300 Tiere im Bestand, die hoch prävalenten weniger als 300 Tiere. Eine Erhöhung der Anzahl der Tiere im Bestand scheint damit mit einer Verringerung des Auftretens von *Staphylococcus aureus*-Mastitiden verbunden zu sein.

Über einen Zusammenhang des gehäuftten Auftretens von *Staphylococcus aureus*-Mastitiden mit der Herdengröße von Milchkühen gibt es wenige Angaben in der Literatur. ZIPP et al. (2009) konnten in der Untersuchung von sieben biologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben in Baden-Württemberg keinen Zusammenhang

zwischen Herdengröße (25 - 70 Tiere) und Zellzahl als Marker für die Eutergesundheit feststellen. Dabei wurden nur die Zellzahlen ausgewertet und keine bakterielle Untersuchung zum Nachweis von *Staphylococcus aureus* durchgeführt. GROTH (1992) beschrieb in seiner Arbeit in saarländischen Betrieben eine Verbesserung des Grades an Mastitiserkrankungen innerhalb der Herde mit zunehmender Tieranzahl.

Unabhängig vom Auftreten von Mastitiden in den Betrieben konnte KÖSTER (2004) die Beobachtungen machen, dass in den größeren Betrieben mit im Schnitt 311 Kühen die Aufmerksamkeit der Melker als „gut“ beurteilt wurde, was mit geringeren Zellzahlen einherging, während kleinere Betriebe mit im Schnitt 225 Tieren schlechter beurteilt wurden.

In den Untersuchungen von BARKEMA et al. (1999) dagegen wurde in den Betrieben mit weniger Kühen sauberer und präziser gearbeitet als in größeren Betrieben.

Diese Untersuchungen lassen alle jedoch keinen eindeutigen Zusammenhang zwischen der Herdengröße und der Prävalenz an *Staphylococcus aureus*-Mastitiden, wie er in dieser Arbeit nachgewiesen wurde, erkennen. In Untersuchungen, in denen eine Steigerung der Herdengröße mit einer vermehrten Mastitisproblematik einhergeht, wird die Begründung im höheren Dunganfall und damit verbundenen Hygieneproblemen gesehen (OZ et al., 1985; SMITH et al., 1987; SCHUKKEN et al., 1990). In der vorliegenden Arbeit wurde eine höhere Prävalenz in den kleinen Betrieben nachgewiesen, dies könnte laut OSTERAS und LUND (1988) sowie HUTTON et al. (1990) in einem besseren Mastitismanagement in den größeren Betrieben oder allgemein durch den Modernisierungsrückstand in den kleineren Betrieben zu begründen sein.

Außer zwischen den Gruppen der Trockensteher in den unterschiedlichen Betrieben waren zwischen den hoch und niedrig prävalenten Betrieben Unterschiede im Stallklima deutlich. Sowohl die Gruppen der trockenstehenden Tiere vor der Geburt als auch die Gruppen der Tiere um die Geburt und die Leistungsherde wurden in Betrieben mit geringerem Nachweis von *Staphylococcus aureus* im Kaltstall gehalten, während hoch prävalente Betriebe diese Gruppe überwiegend im Warmstall unterbrachten. Bei den Tieren finden sich unter den Betrieben mit hoher Prävalenz signifikant häufiger solche, in denen der Abkalbestall als Warmstall

ausgelegt ist. Dieses Stallkonzept ist typisch für kleinere Herden. Der hier festgestellte Einfluss ist möglicherweise nicht unabhängig von der Herdengröße zu interpretieren.

Betont wird im Zusammenhang mit der Vermeidung von Mastitiden das Vorhandensein eines guten Stallklimas (WOLTER, 2002; WENDT et al., 1998), jedoch finden sich bisher in der Literatur noch keine genaueren Untersuchungen. Die zum Stallklima gehörenden Komponenten sind Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftgeschwindigkeit und Konzentration der Schadgase. Indirekt haben somit auch das Haltungssystem, die Entmistung sowie die Stallarchitektur und Baumaterial Einfluss auf die Mastitishäufigkeit. Warme Temperaturen werden von Rindern schlechter toleriert als tiefere Temperaturen (SAMBRAUS et al., 2002). Hohe Temperaturen bedeuten Stress für die Kühe, der wiederum eine Immunsuppression bedingen kann, welche zu höherer Infektionsanfälligkeit führt (PACHE et al., 2007).

Da die Betriebe mit niedriger Prävalenz ihre Tiere überwiegend im Kaltstall halten, scheinen sich die klimatischen Bedingungen zur Vermeidung von *Staphylococcus aureus*-Mastitiden im Kaltstall am ehesten umsetzen zu lassen.

Zu dem Einsatz von Lüftern konnte in dieser Arbeit kein statistisch signifikanter Zusammenhang mit dem Auftreten von *Staphylococcus aureus*-verursachten Mastitiden nachgewiesen werden, da in der Mehrzahl der Betriebe unabhängig von der Prävalenz Lüfter eingesetzt wurden. Da die Lüfter kaum Einfluss auf das Vorkommen von *Staphylococcus aureus*-Mastitiden im Betrieb zu haben scheinen, kristallisiert sich die Temperatur, geregelt durch die Bauart des Stalls, als Hauptkomponente bezüglich des Auftretens von *Staphylococcus aureus*-induzierten Mastitiden heraus. Ein schlechtes Stallklima erhöht den Keimdruck. Laut SCHULZ (1994) fördern hohe Stalltemperaturen das Auftreten von Euterinfektionen. Dabei muss beachtet werden, dass die Verdunstung und Wärmeentwicklung der Tiere mit steigender Milchleistung zunimmt (WENDT et al., 1998).

Ein signifikanter Unterschied zwischen hoch und niedrig prävalenten Betrieben ergab sich für den Zeitpunkt der Eingliederung von Färsen. Die Zahl der niedrig prävalenten Betriebe, die ihre Färsen erst nach der Geburt des Kalbes mit den Kühen zusammen bringt, ist deutlich höher, als die der hoch prävalenten. Die Mehrzahl der hoch prävalenten Betriebe hielt die Kühe und Färsen schon vor der Geburt zusammen. In mehreren Untersuchungen wurde die Prävalenz an *Staphylococcus aureus* und



verschiedenen Isolaten von Färsen mit denen von Kühen verglichen (GILLESPIE et al., 1999; REPPEL et al., 2005; SCHEIBE, 2006; KÖSTER, 2004), der Zeitpunkt des Zusammenbringens wurde nicht untersucht. REPPEL et al. (2005) verglichen Kühe und Färsen innerhalb eines Bestandes, dessen *Staphylococcus aureus*-Prävalenz zum Zeitpunkt der Abkalbung auf Tierebene bei Erstkalbinnen um 13,3 % und bei Kühen um 5,6 % lag. Die Färsen gelangten als tragende Tiere kurz vor ihrer Abkalbung in den Abkalbestall. In dieser Studie wurden Färsen und Kühe erst nach der Geburt zusammen gebracht.

Man vermutet die erhöhte Erkrankungsrate der Färsen darin begründet, dass sich in diesem Fall die Tiere an ein neues Umfeld mit einem neuen Erregerspektrum gewöhnen mussten. KÖSTER (2004) untersuchte 80 Betriebe in Brandenburg, wo ein anderes Ergebnis erzielt wurde. Hier lag die Prävalenz bei den Färsen niedriger (6,2 %) als bei den Kühen (8,0 %). Ab wann Kühe und Färsen zusammen gebracht wurden, ist in dieser Studie nicht beschrieben.

Eine Untersuchung aus Estland (KALMUS et al., 2006) beschrieb, dass Tiere, die weniger als zwei Wochen vor dem Abkalbetermin von der Anbindehaltung in den Abkalbestall kamen, ein höheres Risiko hatten, an einer Mastitis zu erkranken als Tiere, die schon vorher in den Abkalbestall verbracht wurden. Aber auch hier wurde keine Aussage zum Zeitpunkt des Zusammenbringens von Kühen und Färsen gemacht, sondern lediglich die räumliche Aufteilung bzw. Art der Aufstallung beachtet.

In mehreren Studien konnte bei circa 4 % aller Färsen schon vor der Geburt eine intramammäre *Staphylococcus aureus*-Infektion nachgewiesen werden (SCHEIBE, 2006; KELTON, 1999; EDINGER, 2001). In diesem Fall kann das Melkzeug als Überträger ausgeschlossen werden. Somit kommen als Infektionsquellen die Umgebung der Tiere, die Haut der anderen Tiere oder auch die kleine Weidestechfliege (*Haematobia irritans*) in Frage (PANKEY et al., 1991; MATTHEWS et al., 1992; ROBERSON et al., 1994a; ROBERSON et al., 1998; OWENS et al., 1998; HOEDEMAKER, 1995; HOEDEMAKER, 2001).

In der Literatur finden sich Untersuchungen mit gegensätzlichen Ergebnissen bezüglich der *Staphylococcus aureus*-Isolate, die bei Färsen und Kühen gefunden wurden. Teilweise unterschieden sich die Isolate voneinander (GILLESPIE et al., 1999). In anderen Studien konnten keine Unterschiede in den Isolaten von Erstkalbinnen und multiparen Tieren festgestellt werden (REPPEL et al., 2005;

SCHEIBE, 2006). Eine Differenzierung von Isolaten war nicht Bestandteil der vorliegenden Arbeit. Es ist in der Literatur nicht eindeutig geklärt, ob Färsen anfälliger für Euterinfektionen sind und ob dieselben Isolate wie bei den Kühen eine Rolle spielen.

Das Ergebnis der vorliegenden Arbeit lässt vermuten, dass es Isolate gibt, die von Kühen auf die Färsen übertragen werden können. Auch REPPEL et al. (2005) wies drei verschiedene klonale Gruppen sowohl bei Kühen als auch bei Erstkalbinnen nach und widerlegt damit, dass es Unterschiede in den Variabilitäten von *Staphylococcus aureus* zwischen Erstkalbinnen und Kühen gibt. Allerdings existieren hinsichtlich der klonalen Untergruppen Unterschiede. Es konnten voneinander verschiedene klonale Untergruppen in Kühen und Färsen nachgewiesen werden, die miteinander verwandt sind.

Eine intramammäre Infektion vor der Geburt oder ein erhöhter Keimdruck beim Verbringen in eine neue Umgebung, wie beispielsweise den Abkalbestall, erklären nicht, warum es beim Zusammenbringen von Färsen und Kühen schon vor der Geburt zu einer erhöhten Rate an *Staphylococcus aureus*-Mastitiden kommt, da dies Einflüsse sind, denen die Tiere auch nach dem Abkalben ausgesetzt sind. Es liegt also nahe, dass die Anfälligkeit zur Infektion mit *Staphylococcus aureus* vor der Geburt des ersten Kalbes erhöht ist. Dies ist durch den Geburtsstress, also die Belastungen des Organismus im Zusammenhang mit der Vorbereitung auf die Kalbung und die Kalbung selbst, gegeben. Ein erhöhter Keimdruck durch eine kontaminierte Umwelt oder Kontakt zu infizierten Tieren (Haut, Schleimhaut, Milch) in diesem Zeitraum scheint die Neuinfektionsrate zu erhöhen und hat somit Einfluss auf die Häufigkeit von Euterinfektionen mit *Staphylococcus aureus* im Betrieb.

In Bezug auf die Art, Qualität und Annahme der Liege- und Laufflächen konnten im Rahmen dieser Arbeit keine signifikanten Unterschiede in Betrieben mit hoher zu Betrieben mit niedriger Prävalenz an *Staphylococcus aureus*-Mastitiden nachgewiesen werden. ROBERSON (1994b) konnte in hochprävalenten Betrieben *Staphylococcus aureus* in der Umgebung der Tiere, auch in Einstreu und Wasser nachweisen, in niedrig prävalenten Betrieben dagegen nicht. Der Art des Einstreus wird in mehreren Arbeiten eine wichtige Bedeutung als Reservoir für vorrangig umweltassoziierte Mastitiserreger zugeschrieben (HOGAN et al., 1989a; BEY et al., 2002; KÖGLER, 2005; FERGUSON et al., 2007). In dieser Arbeit konnte kein

Zusammenhang zwischen der Art der Liegefläche, die den Faktor Einstreumaterial mit beherbergte, und der Nachweishäufigkeit von *Staphylococcus aureus* gezeigt werden. Auch in der Art der Beräumung der Laufflächen und der Mistfrequenz sowie der Rutschfestigkeit konnten keine deutlichen Unterschiede in beiden Prävalenzgruppen ausgemacht werden. Das könnte den relativ niedrigen Fallzahlen geschuldet sein, da nur 23 niedrig prävalente und 19 hoch prävalente Betriebe in diesem Faktor miteinander verglichen wurden. Des Weiteren wurden die Betriebsleiter vor dem Rundgang informiert und hatten somit eventuell Einfluss auf die Entmistung oder Einstreumenge. Auch hier gilt wieder zu bedenken, dass viele Management- und Hygienemaßnahmen durch das Wissen der Betriebsleiter über das Vorkommen von *Staphylococcus aureus* in der Herde beeinflusst worden sein könnten.

### 5.3.2 Melktechnik und Melkhygiene

In hoch prävalenten Betrieben wird mehr Wert auf den Einsatz von Desinfektionsmittel oder zumindest Seife statt nur Wasser zur Händereinigung der Melker gelegt. Dies ist wahrscheinlich eher als eine Reaktion des Betriebes auf die hohe *Staphylococcus aureus*-Nachweisrate zu werten, statt eine Ursache dafür.

Interessant ist, dass sich ein signifikanter Unterschied aus der Anzahl der Betriebe, in denen zum Melken regelmäßig Handschuhe genutzt wurden, ergab. Bei den niedrig prävalenten Betrieben lag dies deutlich höher als bei hoch prävalenten Betrieben.

Zusammenfassend lässt sich damit aussagen, dass in den niedrig prävalenten Betrieben die Reinigung der Hände meist nur mit Wasser erfolgt, zum Melken aber Handschuhe verwendet werden. In hoch prävalenten Betrieben wird, eventuell aufgrund der Kenntnisse der Prävalenz im Stall, Wert auf die Reinigung der Melkerhände mit Desinfektionsmittel oder Seife gelegt, zum Melken aber keine Handschuhe verwendet. Daraus ließe sich schließen, dass das Tragen von Handschuhen zum Melken eine wichtige Komponente in der Vermeidung der Verbreitung von *Staphylococcus aureus* in der Herde ist. Die humane Haut gilt als Reservoir für *Staphylococcus aureus* (ROBERSON et al., 1994b). Die Verwendung von Handschuhen zum Schutz vor Infektionen der Milchdrüse durch *Staphylococcus aureus* über die Melkerhände könnte nach den vorliegenden Ergebnissen Einfluß auf

die Infektionsrate haben. Dagegen sprechen die Untersuchungen von ZADOKS (2002), der Isolate der Milch von denen der Zitzenhaut und der menschlichen Haut unterschied, die keine Rolle beim Auftreten von intramammären Infektionen spielen sollen. Eine Kontamination der Hände könnte während des Melkvorgangs auch durch infizierte Milch selbst entstehen. Diese Kontaminationsgefahr würde sich durch Tragen von Handschuhen allerdings nicht verringern, außer sie würden nach jedem Tier gewechselt werden, was in der Praxis in der Regel nicht durchgeführt wird. In den Betrieben wurde im Zuge des Betriebsrundganges nicht auf die Häufigkeit geachtet, in denen die Melker frische Handschuhe benutzten. Es gilt, an diesem Punkt anzusetzen und weitere Untersuchungen durchzuführen.

Zum 5-Punkte-Programm zur Vermeidung der Verbreitung kontagiöser Erreger (JONES und SHANNON, 1972; ANDERSON, 1982; PHILPOT 1979, 1984; BRAMLEY und DOTT, 1984; HILLERTON et al., 1995) gehört der Einsatz von Zitzendesinfektion nach dem Melkvorgang, die Verwendung von sauberen kuhindividuellen Tüchern zur Euterreinigung und eine funktionierende Melktechnik. Infizierte Tiere sollen, im besten Falle während des Trockenstellens, antibiotisch behandelt oder abgeschafft werden.

Die Zitzendesinfektion wurde in fast allen Betrieben von Hand mittels Tauchen in Iod oder einem anderen DVG–geprüften Desinfektionsmittel durchgeführt. Es sind in dieser Arbeit keine Unterschiede zwischen den Prävalenzgruppen nachzuweisen.

Auch die Verwendung eines Desinfektionsmittels mit Pflegekomponente oder eines Barrieredips scheint keine Auswirkungen auf die Prävalenz von durch *Staphylococcus aureus* verursachte Mastitiden zu haben. Eine Hyperkeratose der Zitzen wurde als Ursache für eine höhere Inzidenz von *Staphylococcus aureus*-Mastitiden beschrieben (ZADOKS et al., 2001). In der vorliegenden Arbeit wurden keine Untersuchungen zur Beschaffenheit der Euter vorgenommen, die Verwendung eines Pflegemittels im Euterdesinfiziens hatte jedoch keinen Einfluss auf die Zahl der Infektionen des Euters mit *Staphylococcus aureus*.

Die Art der Melkanlage, ihr Betriebsvakuum und die Taktfrequenz haben nach Auswertung des Fragenbogens keinen Einfluss auf die Häufigkeit des Auftretens von *Staphylococcus aureus*-Mastitiden in Thüringen.

Auch in der Art der Melkzeugzwischeninfektion waren keine signifikanten Unterschiede zwischen den Prävalenzgruppen zu erkennen.

Der in dieser Untersuchung vorgefundene hohe Verbreitungsgrad der Melkzeugzwischeninfektion mit Peressigsäure ist sicherlich auf die intensive und langjährige Beratungstätigkeit der Tiergesundheitsdienstes und der Milchhygieneberater des Thüringer Verbandes für Leistungs- und Qualitätsprüfungen in der Landwirtschaft zurückzuführen.

Die Reinigung des Euters wurde in mehr hoch prävalenten Betrieben mit Mehrwegtüchern vorgenommen als in niedrig prävalenten Betrieben, wo Einwegtücher bevorzugt wurden. Ein deutlicher Unterschied lässt sich in dieser Arbeit jedoch nicht nachweisen.

Auch in der Art der Reinigung der Mehrwegtücher konnten keine Unterschiede zwischen hoch und niedrig prävalenten Betrieben ausgemacht werden. In den Untersuchungen von SOMMERHÄUSER et al. (2003), wurde das 5-Punkte-Hygieneprogramm kontrolliert in sieben hessischen Betrieben angewandt. Hier wurden Erreger gefunden, die sich wie Umweltkeime verhielten, sie konnten das eingeführte Hygieneprogramm umgehen und damit nicht beherrscht werden. Die Rate der Neuinfektionen in diesen Ställen war relativ hoch.

Die alleinige Kenntnis, welcher Keim in der Herde dominant ist, reicht laut SOMMERHÄUSER et al. (2003) nicht aus, um vorauszusagen, welche Epidemiologie zu erwarten ist, sondern es muss eine genaue Phäno- und Genotypisierung stattfinden. Da in den Punkten des Hygieneprogramms in dieser Arbeit keine Unterschiede in den Prävalenzgruppen zu finden waren, könnte man daraus schließen, dass es sich hauptsächlich um Erreger handelt, die sich wie Umweltkeime verhalten. Deutlich dagegen spricht aber, dass in Bezug auf die Art, Qualität und Annahme der Liege- und Laufflächen im Rahmen dieser Arbeit keine signifikanten Unterschiede in Betrieben mit hoher zu Betrieben mit niedriger Prävalenz an *Staphylococcus aureus*-Mastitiden nachgewiesen werden konnten.

Entgegen der Berichte in der Literatur, wo ein Einfluss beim vermehrten Einsatz von Wasser in der Melkanlage in Form von Euterduschen auf die Eutergesundheit beschrieben wird (WENDT et al., 1998), konnte anhand des Fragebogens kein Zusammenhang mit dem vermehrten Auftreten von Mastitiden durch *Staphylococcus aureus* nachgewiesen werden. Bei den untersuchten Betrieben waren es mehr niedrig prävalente Betriebe, die solche Euterduschen einsetzten. Es gab aber keinen deutlichen Unterschied zwischen den beiden Prävalenzgruppen. Das entspricht auch dem Ergebnis, das KÖSTER (2004) mit Hilfe eines Fragebogens erzielte.

Ein Desinfektionsmittel wurde in 60 - 70 % zur Euterreinigung in beiden Prävalenz-Gruppen benutzt.

Die Aufmerksamkeit der Melker ist ein weiteres in der Literatur dokumentiertes und untersuchtes Thema (KÖSTER, 2004). Dazu gehört auch die Durchführung der Euterreinigung, die in den der Arbeit zugrundeliegenden Fragebögen in den niedrig prävalenten Betrieben vom Anlagenverantwortlichen öfter (73,9 %) als gut bewertet wurde, als in den hoch prävalenten Betrieben (57,9 %). Der Unterschied ist jedoch nicht signifikant different.

### 5.3.3 Mastitismanagement

Die Sekretkontrolle wurde in beiden Prävalenzgruppen zumeist korrekt ausgeführt. In mehr niedrig prävalenten Betrieben (60,9 %) wurde ein Sekret schon bei leichten Abweichungen vom Milchcharakter als verändert angesehen.

Eine bakteriologische Untersuchung als Routinekontrolle wurde in den meisten Betrieben zum Trockenstellen durchgeführt. In einigen niedrig prävalenten Betrieben wurden im Unterschied zu den hochprävalenten Betrieben diese Untersuchungen nach der Geburt durchgeführt.

WENDT et al. (1998) beschreiben idealerweise eine Kontrolle zu beiden Zeitpunkten, das heißt sowohl zum Trockenstellen als auch nach der Geburt, um die Herde in drei Gruppen aufteilen zu können (eutergesund, euterinfiziert, euterkrank). Einige Autoren empfehlen eine Probenentnahme nach einem Stressereignis, dadurch soll es durch die abgeschwächte Körperabwehr zur besseren Erregerausscheidung kommen (KRÖMKER et al., 2008). Wie JONES et al. (1998) propagieren auch SEARS et al. (1990) die mehrmalig hintereinander folgende Probenentnahme, da aufgrund der zyklischen Erregerausscheidung in seinen Studien bei einer einmaligen Probennahme nur eine Sensitivität von 74,5 % erreicht wurde. Dagegen schlussfolgerten ERSKINE und EBERHART (1988) aus ihren Untersuchungen, dass eine Einzelprobe zur Identifizierung von *Staphylococcus aureus* ausreicht. Sie fanden bei Doppelproben Übereinstimmungen von 94,2 % zwischen beiden Ergebnissen. Letztendlich ist unabhängig von der Erregerart ein Keim dann am besten zu kontrollieren, je engmaschiger die Überwachung erfolgt. Die Sensitivität

stieg mit zweiter beziehungsweise dritter Probenentnahme auf 94 % bzw. 98 % an (SEARS et al., 1990).

Im Fragebogen konnte nicht differenziert werden, ob einige der Betriebe zu mehreren Zeitpunkten Untersuchungen durchführen ließen. Das ist in diesem Zusammenhang sicherlich als möglicher Schwachpunkt der Untersuchung zu bewerten.

Um ein risikoorientiertes Monitoring in der Eutergesundheit einer Milchkuhherde zu erlangen, muss laut ZOCHÉ et al. (2011) eine genaue Beschreibung der Situation der Eutergesundheit der Herde erfasst sein. Dazu ist es sinnvoll, unabhängig vom Erreger, zu mehreren Zeitpunkten (vor der Kalbung, frühe und späte Laktation) und in den verschiedenen Tiergruppen (Erstlaktierende, ältere Tiere) eine parallel zur Milchleistungsprüfung laufende bakterielle Untersuchung durchzuführen.

Die meisten Betriebe entsorgten die Milch mastitiskranker Tiere. Bei den Betrieben, in denen eine Verfütterung von Mastitismilch an Kälber stattfand, konnte kein Zusammenhang zur Prävalenz von *Staphylococcus aureus*-Nachweis im Zusammenhang mit Mastitiden aufgezeigt werden. Das entspricht auch den Untersuchungen von BARTO et al. (1982), der kein erhöhtes Auftreten von Mastitiden bei Färsen, denen als Kälber *Staphylococcus aureus*-haltige Milch verfüttert wurde, nachweisen konnte.

Die Prävalenzgruppen unterschieden sich signifikant in der Behandlung von Tieren mit Zellzahlerhöhung ohne klinische Erscheinungen. Der Großteil der niedrig prävalenten Betriebe behandelte klinisch nicht erkrankte Tiere gar nicht, während hoch prävalente Betriebe zumeist ab einer Zellzahl von über 300.000 Zellen eine Behandlung einleiteten. Auch ZIPP et al. (2009) empfehlen einen Behandlungsbeginn ab einer Zellzahl von 200.000 - 300.000 Zellen/ml.

PETERSSON-WOLFE et al. (2010) empfehlen eine Probenentnahme bei Tieren mit einer Zellzahl von mehr als 400.000 Zellen/ml um ein aussagekräftiges Ergebnis über den Bestand zu erlangen. Je früher die Infektion erkannt und behandelt wird, umso günstiger ist die Prognose, sie erfolgreich zu kurieren.

Auch JONES et al. (1998) empfehlen eine bakteriologische Untersuchung von Milchproben ab einer Zellzahl von 250.000 Zellen/ml. Die hoch prävalenten Betriebe handelten nach den Empfehlungen der Literatur und behandelten bei einer erhöhten Zellzahl ab 200.000 - 300.000 Zellen/ml. Hier ist davon auszugehen, dass dieses

Verhalten die Reaktion der Betriebe auf ein bekanntes Mastitisproblem in der Herde ist und nicht die Ursache für die erhöhte Prävalenz.

Das Auftreten von rezidivierenden Infektionen mit *Staphylococcus aureus* ist ein Problem in beiden Prävalenzgruppen. Auch ZADOKS (2001) beschreibt, dass Euterviertel mit einer vorausgegangenen Infektion mit *Staphylococcus aureus* oder *Streptococcus uberis* häufiger von einer neuen Infektion betroffen sind.

*Staphylococcus aureus*-positive Tiere wurden in der Mehrzahl der untersuchten Betriebe wie Tiere mit Mastitiden anderer Genese behandelt. Sie wurden also nicht in einer gesonderten Herde gehalten, sondern in einer Gruppe mit anderen kranken Tieren zuletzt gemolken. Es gibt keine Unterschiede zwischen den Prävalenzgruppen und keinen Betrieb, in dem *Staphylococcus aureus*-positiv getestete Tiere mit gesunden Kühen gemolken wurden. FOX und HANCOCK (1989) konnten bei einem Vergleich einer Kontrollgruppe von infizierten und nicht infizierten Tieren, die zusammen gemolken wurden und einer anderen Gruppe, bei denen infizierte und nicht infizierte Tiere getrennt gemolken wurden, keinen Unterschied zwischen der Infektionsrate nachweisen. Im Gegensatz dazu ergab die Studie von WILSON et al. (1995) durchaus eine verminderte Prävalenz an *Staphylococcus aureus* und verminderten Tankmilchzellzahlen durch die Trennung *Staphylococcus aureus*-infizierter Tiere vom Rest der Herde.

Als Wirkstoff für antibiotikahaltige Trockensteller wurde von den niedrig prävalenten Betrieben Penicillin G bevorzugt, bei den hoch prävalenten Cloxacillin. Penicillinresistente *Staphylococcus aureus* wurden in Untersuchungen in Anteilen von 47,9 % (KRABISCH et al., 1999) beziehungsweise 55 % (KÖSTER, 2004) ermittelt, während eine gute Sensibilität von Oxacillin, Cefquinom und Cloxacillin ermittelt wurde. Rückblickend lässt sich durch diese Arbeit nur schwer ein Schluss über das Resistenzverhalten der Keime ziehen. Die Wahl des entsprechenden Antibiotikums im Trockensteller wird sicherlich im Zusammenhang mit den Ergebnissen zur Resistenzlage, die in fast allen Betrieben bekannt waren, erfolgt sein. Hier scheinen dementsprechend in den niedrig prävalenten Betrieben mehr Keime, ob *Staphylococcus aureus* oder anderer Mastitiserreger, vorzuherrschen, die noch keine Penicillinresistenz entwickelt haben.



In der Literatur wird die antibiotische Behandlung während der Trockenstehphase als vorteilhafter beschrieben als eine Behandlung während der Laktation (ERSKINE et al., 1993; KIRK et al., 1997; JONES et al., 1998). Im Falle einer klinischen Mastitis stellten HALLBERG et al. (1994) jedoch höhere Heilungsraten während der Laktationsbehandlung fest. Dies gilt nicht für den subklinischen Verlauf (KASCHE, 1995; OWENS et al., 1999; WILSON et al., 1999). In den untersuchten Betrieben wurden unabhängig von der Prävalenz zum größten Teil beide Varianten parallel vorgenommen. In fast 80 % der Betriebe wurden alle Tiere antibiotisch trocken gestellt. Zusätzlich wurde bei *Staphylococcus aureus*-positiven Tieren in fast allen Betrieben auch eine Laktationsbehandlung durchgeführt. Darin zeigt sich, dass das therapeutische Handeln in der Praxis von den Ergebnissen wissenschaftlicher Untersuchungen abweicht und möglicherweise eher an Praxiserfahrungen der Tierärzte und Landwirte ausgerichtet wird, als an wissenschaftlichen Untersuchungen.

Eine Behandlung klinisch nicht erkrankter Euterviertel erfolgte in keinem Betrieb. In der Literatur werden durch die Behandlung aller Viertel eines infizierten Euters höhere Heilungsraten beschrieben (BROWNING et al., 1990; BROWNING et al., 1994; BELSCHNER et al., 1996). Zu diesem Aspekt können in der vorliegenden Arbeit keine Aussagen gemacht werden. In den hoch prävalenten Betrieben wurde öfters systemisch behandelt als in den niedrig prävalenten. Die Therapieerfolge wurden von den Anlageleitern trotzdem nicht besser eingeschätzt. Das entspricht den Studien, die keinen Vorteil einer systemischen Behandlung (FRITON, 1998) oder einer kombinierten Behandlung (FRITON, 1998; UEHLINGER, 1999) nachweisen konnten. OWENS et al. (1997), SOL et al. (2000), OLIVER et al. (2004), DELUYKER et al. (2005) und KRÖMKER et al. (2010b) konnten dagegen eine signifikante Erhöhung des Therapieerfolgs bei kombinierter Behandlung aufzeigen.

### 5.4 Leistungsdaten

Die mittlere Milchleistung ist in dieser Arbeit bei den *Staphylococcus aureus*-positiven Tieren signifikant geringer als bei den negativen Tieren. Auch ohne Berücksichtigung von erkrankten und nicht erkrankten Tieren ist die Milchleistung in den hoch

prävalenten Betrieben geringer als in den niedrig prävalenten Herden. Das heißt, dass auch negativ getestete Tiere, die in einem hoch prävalenten Stall stehen, im Durchschnitt weniger Milch geben, als positiv getestete Tiere eines niedrig prävalenten Betriebes. Des Weiteren ist der Milchleistungsabfall von positiven zu negativen Tieren in niedrig prävalenten Betrieben sehr viel weniger deutlich ausgeprägt als in hoch prävalenten Betrieben.

Die Immunlage bei Tieren in hoch prävalenten Betrieben scheint also insgesamt schlechter zu sein als in niedrig prävalenten Betrieben. Außer dem Befall mit *Staphylococcus aureus* gibt es weitere Faktoren in den Betrieben, die die Leistung mindern und die Tiere anfällig für Infektionen machen. Tiere in einem hoch prävalenten Stall scheinen schon vor der Infektion mit *Staphylococcus aureus* leistungsschwächer und gegebenenfalls anfälliger für Infektionen zu sein. Kommt es bei diesen Tieren zur Infektion mit *Staphylococcus aureus*, ist der Leistungseinbruch deutlicher, als bei den immunologisch stabileren Tieren aus niedrig prävalenten Ställen. Einen großen Einfluss hierauf könnte die Fütterung in den Betrieben haben, die in dieser Arbeit nicht untersucht wurde.

Für den Milchfettgehalt, den Milcheiweißgehalt und die Zellzahl wurden ähnliche Ergebnisse ermittelt. Die Werte *Staphylococcus aureus*-positiver Tiere liegen, außer in den niedrig prävalenten Ställen, über denen von nicht infizierten Tieren. Grundsätzlich sind der Milchfett- und Milcheiweißgehalt und die Zellzahl in hoch prävalenten Betrieben höher als in niedrig prävalenten Herden. Das gilt auch für den Fett- und Eiweißgehalt sowie die Zellzahl der Milch von negativen Tieren aus den hoch prävalenten Betrieben. In den hoch prävalenten Betrieben sind, ähnlich wie beim Parameter Milchleistung, die Differenzen zwischen infizierten und nicht infizierten Tieren deutlich höher als in niedrig prävalenten Betrieben.

In der Literatur wird ein Anstieg der Zellzahlen bei einer Infektion mit *Staphylococcus aureus* immer wieder beschrieben (JONES et al, 1998; SOMMERHÄUSER et al, 2003; REPPEL, 2005; OLDE RIEKERINK, 2006; LEITNER, 2004). Dieser Unterschied wurde auch in der vorliegenden Arbeit festgestellt. Gleichzeitig konnte ein Unterscheid in der mittleren Zellzahl zwischen niedrig prävalenten und hoch prävalenten Herden ermittelt werden, der 63.000 Zellen/ml betrug. Daran wird deutlich, dass eine Infektion mit *Staphylococcus aureus* bei hoher Prävalenz in der Herde ein Zellzahlproblem deutlich verschärft. Der höhere Zellgehalt auch bei den nicht positiv getesteten Tieren der hoch prävalenten Betriebe könnte neben durch

Faktoren wie Fütterung, anderen Infektionserregern oder durch größeren Stress der Tiere entstehen (HAMANN, 1992), der eine höhere Empfänglichkeit auch für andere Infektionen bedingt. In den niedrig prävalenten Betrieben wurde bei den positiven Tieren ein niedrigerer Zellgehalt als bei den negativen Tieren festgestellt, was sich dadurch begründen lässt, dass diese Betriebe im Rahmen dieser Arbeit nur auf eine *Staphylococcus aureus*-Problematik untersucht wurden, sich jedoch auch andere Erreger im Bestand befinden können, die zur Zellzahlerhöhung führen.

Untersuchungen aus lebensmittelhygienischer Sicht bestätigen einen Anstieg des Fettgehaltes in Mastitismilch (BRUCKMAIER, 2004). In einer Studie wurde ein signifikanter Unterschied jedoch nur in der Milch ermittelt, die mehr als 2,5 Millionen Zellen/ml enthielt (INGR, 1973). Der Alveolardruck der Drüsenzellen sinkt mit abnehmender Milchleistung. Dadurch steigt der Fettgehalt der Milch, da bei sinkendem Alveolardruck mehr Fettkügelchen ins Alveolarlumen übertreten können (BANSAL et al., 2003).

Im Gegensatz dazu stehen die Ergebnisse von REPPEL (2005), die weder einen Einfluss auf den Fettgehalt, noch auf den Eiweißgehalt der Milch und auch nicht auf die Milchleistung nachweisen konnten. Auch hier wurden die Daten der Milchleistungsprüfung als Grundlage herangezogen, jedoch wurde nur ein einzelner Bestand untersucht und Tiere mit *Staphylococcus aureus*-Mastitiden mit nicht infizierten Kühen und Tieren mit Mastitiden anderer Genese untersucht. Die Fragestellung in dieser Untersuchung lag im Bereich der Unterscheidung von Färsen- und Kuhmastitiden. Die Auswertung von Daten aus 41 Betrieben wie in der vorliegenden Arbeit ist als deutlich repräsentativer zu werten, als die Untersuchung der Leistungsdaten aus einem Bestand.

Auch KITCHEN (1981) beschreibt eine Erhöhung der Zellzahl, jedoch einen geringeren Gehalt an Fett in Mastitismilch. Er bezieht sich dabei nicht auf *Staphylococcus aureus*-Mastitiden und begründet den erniedrigten Gehalt mit einer verminderten Syntheseaktivität. Einen geringeren Fettgehalt in Mastitismilch bestätigen auch AZZARA und DIMICK (1985), die einen verminderten Milchfettgehalt während einer Euterinfektion mit einer verringerten Synthese und Sekretionskapazität der Milchdrüse während einer Infektion erklären. Sie beschreiben zusätzlich, dass lipolytische Enzyme leukozytären Ursprungs an einer Abnahme des Milchfettanteils beteiligt sind.

In vielen Studien wurden im Zusammenhang mit *Staphylococcus aureus*-Mastitiden genauere Untersuchungen zur Milchleistung und zu den Zellzahlen, sei es somatische Zellzahl oder Zellzahl der Tankmilch, durchgeführt. Für die weiteren Parameter der Milchleistungsprüfung und ihre Korrelation mit *Staphylococcus aureus*-Mastitiden liegen bisher nur wenige Ergebnisse vor.

Bisher wurden vergleichende Studien der Leistungsdaten von *Staphylococcus aureus*-positiven und -negativen Tieren aus einem oder mehreren Beständen durchgeführt, ohne diese Bestände vorher in Prävalenzgruppen einzuteilen. Die Untersuchungen in dieser Arbeit wurden in Betrieben, die von der Herdenstruktur ähnlich sind, durchgeführt. Alle Tiere waren einheitlicher Rasse (Holstein Friesian). Als Nachfolgeunternehmen ehemaliger landwirtschaftlicher Produktionsgenossenschaften bilden sie für diese Art der Untersuchungen eine ähnliche Struktur. Durch den Vergleich hoch und niedrig prävalenter Betriebe konnte festgestellt werden, dass sich die Leistungsdaten unabhängig davon, ob die Tiere mit *Staphylococcus aureus* infiziert sind, auch in Abhängigkeit von der Prävalenzgruppe verändern. Sie werden nicht nur durch eine intramammäre Infektion beeinflusst, sondern auch durch die Tatsache, ob die Tiere in einem hoch oder niedrig prävalenten Stall stehen. Besonders auffällig und bisher noch nicht beschrieben ist die Tatsache, dass die Differenzen in den Werten der Milchleistungsprüfung bei den gesunden und erkrankten Tieren in den hoch prävalenten Ställen immer deutlich größer waren als in den niedrig prävalenten Ställen. Außerdem waren selbst die gesunden Tiere in den hoch prävalenten Ställen in ihren Leistungsdaten zumeist deutlich schlechter, als alle Tiere in den niedrig prävalenten Betrieben. Es scheint also Faktoren in den hoch prävalenten Betrieben zu geben, die sich nicht nur auf die Anfälligkeit für *Staphylococcus aureus*-Mastitiden negativ auswirken, sondern auf das Allgemeinbefinden und somit die Leistungsfähigkeit der Tiere insgesamt. Anhand des Fragebogens ließ sich nicht erkennen, welche diese Faktoren sein können. Hier ist ein wichtiger Ansatzpunkt für weiterführende Untersuchungen zu sehen. Sehr wahrscheinlich spielt die Fütterung der Tiere in diesem Zusammenhang eine Rolle. Sie hat großen Einfluss auf die einzelnen Parameter der Milch. Ein möglicher Faktor könnte der in dieser Arbeit festgestellte signifikant höhere mittlere Harnstoffgehalt der Milch in den hochprävalenten Herden sein. Eiweißhaltigere Rationen gehen mit erhöhtem Harnstoffgehalt der Milch einher, während relativ zu energiehaltiger Fütterung der Gehalt sinken lässt. Der Milchharnstoffgehalt ist damit deutlich

abhängiger von der Fütterung als von einer Infektion des sekretierenden Viertels. Das erklärt auch die geringen Differenzen der positiven und negativen Tiere für diesen Parameter, da der *Staphylococcus aureus*-Infektionsstatus darauf keinen Einfluss zu haben scheint. Die Harnstoffsynthese in der Leber ist dann erhöht, wenn im Organismus vermehrt Ammoniak anfällt. Der Anstieg der Ammoniakkonzentration im Pansen in Folge proteinreicher Fütterung hat Auswirkungen auf den Energiestoffwechsel. Die verstärkte hepatische Harnstoffsynthese belastet die Hepatozyten, verbraucht Energie und reduziert das Abwehrvermögen (JACOBI, 1988).

Im Harnstoffgehalt sind die Differenzen zwischen positiven und negativen Tieren beider Prävalenzgruppen annähernd gleich groß. Laut GUTJAHR et al. (1997) führen Mastitiden zur Abnahme des Harnstoffgehaltes in der Milch. In seinen Untersuchungen konnten in der Milch klinisch mastitiskranker Viertel niedrigere Harnstoffwerte gemessen werden, als in den gesunden Vierteln der entsprechenden Tiere.

Im Laktosegehalt der Milch konnten keine Unterschiede zwischen *Staphylococcus aureus* positiven und negativen Tiere beziehungsweise zwischen hoch und niedrig prävalenten Betrieben aufgezeigt werden. In der Literatur wird teilweise ein geringerer Gehalt an Laktose in der Milch euterkranker Kühe beschrieben (LEITNER, 2004; AULDIST, 1995). Die Anzahl der untersuchten Herden lag bei AULDIST (1995) nur bei zwei. RENNER (1975) bezeichnete den während einer Mastitis absinkenden Laktosewert als besseren Indikator für die Eutergesundheit als die Zellzahl, während BERNING und SHOOK (1992) sowie HOLDAWAY et al. (1996) die Eigenschaft der Laktose als Mastitisindikator nur gering einschätzten.

### 5.5 Fazit für die Praxis

In der vorliegenden Arbeit wurde versucht, Betriebsfaktoren zu analysieren, die Einfluss auf die Prävalenz von Mastitiden durch *Staphylococcus aureus* ausüben. Durch die eingesetzte Methodik konnten nur einige Faktoren herausgearbeitet werden.

Das Stallklima, insbesondere die Temperatur, scheint eine wichtige Rolle in der Prävalenz von Mastitiden zu spielen, eine Haltung der Tiere im Kaltstall scheint die

Prävalenz von Mastitiden zu senken. Zusätzlich scheint das Risiko einer *Staphylococcus aureus*-Infektion des Euters in Herdengrößen von über 300 Tieren geringer.

Färsen und Kühe sollten erstmals nach dem Abkalben Kontakt zueinander haben.

Neben hygienischen Vorkehrungen in der Melkanalage, wie Melkzeugzwischeninfektion und Zitzendippen, sollten die Melker auf ihre Handhygiene achten und bestenfalls Handschuhe tragen.

Die Ergebnisse der Leistungsdaten machen deutlich, dass eine Bekämpfung von *Staphylococcus aureus* im Bestand eine hohe wirtschaftliche Bedeutung hat.

Unabhängig von einer *Staphylococcus aureus*-Infektion der einzelnen Tiere ergaben sich deutliche Unterschiede in den Leistungsdaten der hoch und niedrig prävalenten Betriebe. In Betrieben mit einer hohen Prävalenz an *Staphylococcus aureus* hatten sowohl infizierte als auch nicht infizierte Tiere im Durchschnitt eine geringere Milchleistung, höhere Milchfett und -eiweißgehalte, sowie eine höhere Zellzahl. Dieser Zusammenhang sollte weiter untersucht werden. Laut ZOCHÉ et al. (2011) sollten die Milchproben bestenfalls zu mehreren Zeitpunkten und in den verschiedenen Tiergruppen durchgeführt werden, um ein risikoorientiertes Monitoring in der Eutergesundheit zu erlangen. Gegebenenfalls sollte eine Umstellung der Fütterung vorgenommen werden, da die Harnstoffwerte in der Milch der hoch prävalenten Betriebe über denen der niedrig prävalenten Betriebe liegt. Dieser Wert ist stark abhängig von der Fütterung und eine Erhöhung kann das Abwehrvermögen der Tiere beeinflussen. Dies sollte in weiteren Untersuchungen abgeklärt werden.

### 6 Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war es, zu ermitteln, ob sich Milchviehbetriebe mit einer hohen Prävalenz an Mastitiden, die durch *Staphylococcus aureus* verursacht werden, in der Haltung, der Melktechnik und -hygiene sowie im Mastitismanagement von Betrieben mit einer geringen Prävalenz dieser Art von Mastitis unterscheiden. Dabei galten Betriebe, in denen bei < 4 % der eingesandten Milchproben *Staphylococcus aureus* nachgewiesen werden konnte als niedrig prävalent und Betriebe in denen *Staphylococcus aureus* in einem Anteil von > 10 % nachgewiesen wurde als hoch prävalent.

Des Weiteren galt es zu prüfen, ob sich Tiere mit Nachweis von *Staphylococcus aureus* in den Milchleistungsdaten (Milchmenge, Milchfett, Milcheiweiß, Laktosegehalt, Harnstoffgehalt) von den Tieren mit negativem *Staphylococcus aureus*-Nachweis unterscheiden.

Es fand in 42 thüringischen Milchviehherden eine Begehung und Beurteilung mittels Fragebogen statt. Von den untersuchten Betrieben lagen die Ergebnisse der bakteriologischen Milchuntersuchung vom September 2007 bis August 2008 im Tiergesundheitsdienst Thüringen vor. Insgesamt wurden die Leistungsdaten aus der Milchleistungsprüfung von 3160 Tieren mit *Staphylococcus aureus*-Nachweis aus den niedrig und hoch prävalenten Betrieben mit Tieren ohne diesen Nachweis verglichen.

Folgende relevante Ergebnisse wurden erzielt:

- Über die Hälfte der hoch prävalenten Ställe hatten Herdengrößen von unter 300 gehaltenen Tieren, während die niedrig prävalenten Betriebe eine höhere Tieranzahl aufwiesen ( $p = 0,0026$ ).
- In hoch prävalenten Betrieben wurden die Tiere besonders im Zeitraum um die Geburt häufiger im Warmstall untergebracht ( $p = 0,043$ ).
- Deutlich mehr hoch prävalente Betriebe wählten den Zeitpunkt der Eingliederung von Färsen früher und hielten sie schon in den letzten Wochen vor der Geburt mit den Kühen zusammen ( $p = 0,019$ ).
- Im Abkalbebereich der niedrig prävalenten Betriebe wurde als Handwaschmöglichkeit nur Wasser eingesetzt, während in hoch prävalenten Betrieben die Möglichkeit der Reinigung der Hände mit Seife oder Desinfektionsmittel bestand ( $p = 0,0013$ ).

## Zusammenfassung

- In den niedrig prävalenten Betrieben wurden deutlich öfter Handschuhe zum Melken benutzt, als in den hoch prävalenten Betrieben (Abkalbestall  $p = 0,048$ ; Leistungsherde  $p = 0,21$ ).
- Eine routinemäßige bakteriologische Untersuchung wurde in beiden Prävalenzgruppen am häufigsten vor dem Trockenstellen durchgeführt. Die Anzahl der Betriebe, die post partum Proben untersuchen ließen, war bei den niedrig prävalenten höher ( $p = 0,05$ ).
- Der Großteil der niedrig prävalenten Betriebe behandelte Tiere mit Zellzahlerhöhung ohne klinische Symptome gar nicht, während hoch prävalente Betriebe meist ab einer Zellzahl von über 300.000 Zellen/ml eine Behandlung einleiteten ( $p = 0,013$ ).
- Die Milchleistung war bei Tieren mit *Staphylococcus aureus*-Nachweis signifikant geringer als bei den negativen Tieren ( $p < 0,0001$ ). Auch ohne Berücksichtigung von erkrankten und nicht erkrankten Tieren war die Milchleistung in den hoch prävalenten Betrieben geringer als in den niedrig prävalenten ( $p < 0,0001$ ).
- Der Milchleistungsabfall zwischen positiven und negativen Tieren in niedrig prävalenten Betrieben war weniger deutlich ausgeprägt als in hoch prävalenten Betrieben ( $p = 0,0011$ ).
- Im MilCHFettgehalt, dem Milcheiweißgehalt und der Zellzahl lagen die Werte von Tieren mit *Staphylococcus aureus*-Nachweis über denen von nicht infizierten Tieren ( $p < 0,05$ ).
- Grundsätzlich waren der MilCHFett- und Milcheiweißgehalt sowie die Zellzahl in hoch prävalenten Betrieben höher als in niedrig prävalenten.
- Im Laktosegehalt der Milch konnten keine Unterschiede zwischen Tieren mit und ohne *Staphylococcus aureus*-Nachweis in hoch und niedrig prävalenten Betrieben gemacht werden.
- In hoch prävalenten Betriebe wurden höheren Harnstoffgehalte in der Milch gemessen als in niedrig prävalenten Betrieben ( $p < 0,001$ ).

Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass zwischen Milchviehherden mit einer hohen und niedrigen Prävalenz von durch *Staphylococcus aureus* verursachten Mastitiden eine Reihe signifikanter Unterschiede in der Haltung, der Melktechnik und -hygiene sowie im Mastitismanagement und den Leistungsdaten gefunden werden können.



## Zusammenfassung

Einige dieser Unterschiede sind als Risikofaktoren für diese Infektion zu werten, andere sind als Folge dieses Problem es entstanden.

## 7 Summary

In this study, the differences of dairy farms with high and low prevalences of *Staphylococcus aureus*-induced mastitis were analyzed according to livestock breeding, milking techniques, hygiene, and management of mastitis. A low prevalence was defined as <4% and a high prevalence as >10% of *Staphylococcus aureus* positive milk samples subjected to bacterial testing. In addition, the milk yield and milk components (fat, protein, lactose, and urea) were analyzed according to detection of *Staphylococcus aureus*. In 42 dairy farms in Thuringia, the results of the bacterial testing were obtained between September 2007 and august 2008, and the individual farms were assessed by an inspection and a questionnaire. The data on milk yield were obtained from 3160 animals with or without *Staphylococcus aureus* infection in stables with a high and a low prevalence. The main results of the study are the following:

- More than half of the stables with high prevalence had less than 300 animals, whereas stables with a low prevalence for *Staphylococcus aureus* infection consisted of significantly more animals ( $p = 0.0026$ ).
- In farms with a high prevalence, animals were more often kept in a “warm housing”, especially during the period of calving ( $p = 0.043$ ).
- In farms with a high prevalence, the time point of integrating the heifers into the herd was chosen earlier and often within weeks before calving ( $p=0.019$ ).
- Concerning the use of hand hygiene of milkers in the calving pen, the hand washing in stables with a low prevalence of *Staphylococcus aureus* infection was performed with water alone, whereas milkers in stables with a high prevalence also used soap or disinfectants ( $p=0.0013$ ).
- Gloves were more frequently used in farms with a low prevalence compared to a high prevalence of *Staphylococcus aureus* infection (calving shed  $p = 0.048$ ; high yield herd  $p = 0.21$ ).
- A routine bacterial testing was most frequently performed in both groups before drying-off. However, a post partum testing was more frequent in stables with a low prevalence in *Staphylococcus aureus* infections ( $p=0.05$ ).
- In farms with a low prevalence of *Staphylococcus aureus* infections, animals with elevated cell numbers and without clinical symptoms were usually not

## Summary

treated, whereas a treatment was often initiated at cell numbers  $>300.000$  cells/ml in farms with a high prevalence of infections ( $p=0.013$ ).

- Concerning the milk yield, individual animals with *Staphylococcus aureus*-induced mastitis achieved significantly lower levels than animals without infection ( $p<0.0001$ ). Regardless of the individual animals, the milk yield was significantly lower in farms with a high prevalence of *Staphylococcus aureus* infections ( $p<0.0001$ ).
- The decrease in milk yield in *Staphylococcus aureus* positive animals was more pronounced in farms with a high prevalence of infections ( $p<0.0001$ ).
- Concerning the milk components, the fat and protein levels in individual *Staphylococcus aureus* positive animals were higher than in negative animals ( $p<0.05$ ).
- In general, milk fat and protein levels as well as cell numbers were increased in stables with a high prevalence of infection compared to stables with a low prevalence.
- The lactose content was independent on infection of the individual animal and also not different in stables with a high or low prevalence in infection.
- The urea levels were generally increased in stables with a high prevalence of infection compared to stables with a low prevalence ( $p<0.001$ ).

The presented study indicates significant differences in herd of cattle dependant on the prevalence of *Staphylococcus aureus*-induced mastitis in regard to livestock breeding, milking techniques, hygiene, and management of mastitis (redundant zum ersten Satz!). Some of these differences can be interpreted as risk factors for the infection, others must be considered as a consequence of the infection.

## 8 Literaturverzeichnis

1. **AGUILAR, B.; AMORENA, B.; ITURRALDE, M. (2001):** Effect of slime on adherence of *Staphylococcus aureus* isolated from bovine and ovine mastitis. *Vet Microbiol* 78: 183-191
2. **ANDERSON, J. C. (1982):** Progressive pathology of *staphylococcal* mastitis with a note on control, immunisation and therapy. *Vet Rec* 110: 372–376
3. **AULDIST, M. J.; COATS, S.; ROGERS, G. L.; MCDOWELL, G. H. (1995):** Changes in the composition of milk from healthy and mastitic dairy cows during the lactation cycle. *Aust J Exp Agric* 35(4): 427 – 436
4. **AZZARA, C. D.; DIMICK, P. S. (1985):** Lipolytic enzyme activity of macrophages in bovine mammary gland secretions. *J Dairy Sci* 68: 1804 – 1812
5. **BANSAL, B. K.; HAMANN, J.; GRABOWSKI, N. T.; SINGH, K. B. (2003):** Variation in milk composition over the milking process in healthy and mastitic quarters, and its significance in mastitis diagnosis. *J Dairy Res* 72 : 144-152
6. **BARKEMA, H. W.; SCHUKKEN, Y. H.; LAM, T. J.; BEIBOER, M. L.; WILMINK, H.; BENEDICTUS, G.; BRAND, A. (1998):** Incidence of clinical mastitis in dairy herds grouped in three categories by bulk milk somatic cell counts. *J Dairy Sci* 81 (2): 411-19
7. **BARKEMA, H. W.; VAN DER PLOEG, J. D.; SCHUKKEN, Y. H.; LAM, T. J. G. M.; BENEDICTUS, G.; BRAND, A. (1999):** Management style and its association with bulk milk somatic cell count and its incidence rate of clinical mastitis. *J Dairy Sci* 82: 1655-1663
8. **BARTO, P. B.; BUSH, L. J.; ADAM, G. D. (1982):** Feeding milk containing *Staphylococcus aureus* to calves. *J Dairy Sci* 65, 271–274
9. **BAYLES, K. W.; WESSON, C. A.; LIOU, L. E.; FOX, L. K.; BOHACH, G. A.; TRUMBLE, W. R. (1998):** Intracellular *Staphylococcus aureus* escapes the endosome and induces apoptosis in epithelial cells. *Infect Immun* 66: 336-342
10. **BELSCHNER, A. P.; HALLBERG, J. W.; NICKERSON, S. C.; OWENS, W. E. (1996):** *Staphylococcus aureus* mastitis therapie revised. *Proc. National Mastitis Council 35th Annual Meeting, Madison, Wisconsin*: 116-122

11. **BERNING, L. M.; SHOOK, G. E. (1992):** Prediction of mastitis using milk somatic cell count, N-acetyl- $\beta$ -D-glucosaminidase and lactose.  
J Dairy Sci 75: 1840 – 1848
12. **BEY, R. F.; RENEAU, J. K.; FARNSWORTH, R. J. (2002):** The role of bedding management in udder health.  
Proceedings of National Mastitis Council Annual Meeting, Orlando, Florida: 45–55
13. **BIBERSTEIN, E. L.; HIRSH, D. C. (1999):** *Staphylococci*. In: Hirsh, D. C.; Zee, Y. C.: Veterinary microbiology: Blackwell Science Ltd., Oxford, 115-9
14. **BLOBEL, H.; SCHLIESSER, T. (1994):** Handbuch der bakteriellen Infektionen bei Tieren, Band II/1, Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart
15. **BORNE, VAN DEN B. H.; NIELEN, M.; VAN SCHAIK, G.; MELCHIOR, M. B.; LAM, T. J.; ZADOKS, R. N. (2010):** Host adaptation of bovine *Staphylococcus aureus* seems associated with bacteriological cure after lactational antimicrobial treatment.  
J Dairy Sci 93(6): 2550-2558
16. **BRAMLEY, A. J. (1981):** The role of hygiene in preventing intramammary infection.  
Techn Bull Natl Inst Res Dairying, Shinfield 4: 53-66
17. **BRAMLEY, A. J.; DODD, F. H. (1984):** Reviews of the progress in dairy science: Mastitis control-progress and prospects.  
J Dairy Res 51: 481–512
18. **BROWNING, J. W.; MEIN, G. A.; BARTON, M.; NICHOLLS, T. J.; BRIGHTLING, P. (1990):** Effects of antibiotic therapy at drying off on mastitis in the dry period and early lactation.  
Aust Vet J 67: 440-442
19. **BROWNING, J. W.; MEIN, G. A.; BRIGHTLING, P.; NICHOLLS, T. J. UND BARTON, M. (1994):** Strategies for mastitis control: dry cow therapy and culling.  
Aust Vet J 71: 179-181
20. **BRUCKMAIER, R. M.; ONTSOUKA, C. E.; BLUM, J. W. (2004):** Fractionized milk composition in dairy cows with subclinical mastitis.  
Vet Med Czech, 49 (8): 283–290
21. **CALZOLARI, A.; GIRAUDO, J. A.; RAMPONE, H.; ODIERNO, L.; GIRAUDO, A. T.; FRIGERERIO, C.; BETTERA, S.; RASPANTI, C.; HERNANDEZ, J.; WEHBE, M.; MATTEA, M.; FERRARI, M.; LARRIESTRA, A. UND NAGEL, R. (1997):** Field trials of a vaccine against bovine mastitis. 2. Evaluation in two commercial dairy herds.  
J Dairy Sci 80: 854-858

22. **CAPURRO, A.; CONCHA, C.; NILSSON, L.; ÖSTENSSON, K. (1999):** Identification of Coagulase-Positive *Staphylococci* isolated from Bovine Milk. Acta vet scand 40: 315-21
23. **CHAMINGS, R. J. (1984):** The effect of not treating mild cases of clinical mastitis in a commercial dairy herd. Vet Rec 115: 499-500
24. **CRAVEN, N.; ANDERSON, J. C. (1984):** Phagocytosis of *Staphylococcus aureus* by bovine mammary gland macrophages and intracellular protection from antibiotic action in vitro and in vivo. J Dairy Res 51: 513-523
25. **CRAVEN, N. (1987):** Efficacy and financial value of antibiotic treatment of bovine clinical mastitis during lactation. A review. Brit Vet J 80: 410-422
26. **DE BUYSER, M. L.; DUFOUR, B.; MAIRE, M.; LAFARGE, V. (2001):** Implication of milk and milk products in food-borne diseases in France and in different industrialised countries. Int J Food Microbiol 20: 1-17
27. **DEGO, O. K.; VAN DIJK, J. E.; NEDERBRAGT, H. (2002):** Factors involved in the early pathogenesis of bovine *Staphylococcus aureus* mastitis with emphasis on bacterial adhesion and invasion. Vet Quart 24 (4): 181-198
28. **DE HAAS, Y.; VEERKAMP, R. F.; BARKEMA, H. W.; GROHN, Y. T.; SCHUKKEN, Y. H. (2004):** Associations between pathogen-specific cases of clinical mastitis and somatic cell count patterns. J Dairy Sci 87 (1): 95-105
29. **DELUYKER, H. A.; VAN OYE, S. N.; BOUCHER, J. F. (2005):** Factors affecting cure and somatic cell count after Pirlimycin treatment of subclinical mastitis in lactating cows. J Dairy Sci 88: 604-614.
30. **DEUTSCHE VETERINÄRMEDIZINISCHE GESELLSCHAFT DVG (2002):** Leitlinien zur Bekämpfung der Mastitis des Rindes als Bestandsproblem. Fachgruppe Milchhygiene der DVG e.V., 4. Aufl. DVG Gießen
31. **DEUTSCHE VETERINÄRMEDIZINISCHE GESELLSCHAFT DVG (2009):** Leitlinien Entnahme von Milchproben unter antiseptischen Bedingungen und Isolierung und Identifizierung von Mastitiserregern. Fachgruppe Milchhygiene der DVG e.V., 2. Aufl. DVG Gießen
32. **DIARRA, M. S.; PETITCLERC, D.; DESCHENES, E.; LESSARD, N.; GRONDIN, G.; TALBOT, B. G.; LACASSE, P. (2003):** Lactoferrin against *Staphylococcus aureus* Mastitis. Lactoferrin alone or in combination with penicillin G on bovine polymorphonuclear function and mammary epithelial cells colonisation by *Staphylococcus aureus*.

Vet Immunol Immunopathol 95 (1-2): 33-42

33. **DINGWELL, R. T.; LESLIE, K. E.; DUFFIELD, T. F.; SCHUKKEN, Y. H.; DESCOTEAUX, L.; KEEFE, G.P.; KELTON, D. F.; LISSEMORE, K. D.; SHEWFELT, W.; DICK, P.; BAGG, R. (2003):** Efficacy of intramammary tilmicosin and risk factors for cure of *Staphylococcus aureus* infection in the dry period.  
J Dairy Sci 86: 159-168.
34. **DIXON, W. J. (1993):** BMDP Statistical Software Manual, Volume 1 and 2.  
University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London
35. **DJABRI, B.; BAREILLE, N.; BEAUDEAU, F.; SEEGER, H. (2002):** Quarter milk somatic cell count in infected dairy cows: a meta-analysis.  
Vet Res 33 (4): 335-57
36. **EDINGER, D. (2001):** Peripartale Mastitiden bei Erstkalbinnen-Untersuchungen zu Ätiologie und Prophylaxe sowie zu Auswirkungen auf Gesundheit und Leistungsfähigkeit.  
Freie Universität Berlin, veterinärmed. Fak., Dissertation  
[http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS\\_thesis\\_000000000494](http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS_thesis_000000000494)
37. **ERSKINE, R. J.; EBERHART, R. J. (1988):** Comparison of duplicate and single quater milk samples for the identification of intramammary infections.  
J Dairy Sci 71: 854-856
38. **ERSKINE, R. J.; EBERHART, R. J.; HUTCHINSON, L. J.; SPENCER, S.B.; CAMPBELL, M. A. (1988):** Incidence and types of clinical mastitis in dairy herds and low somatic cell counts.  
J Am Vet Med Assoc. 192 (6): 761-765
39. **ERSKINE, R. J.; KIRK, J. H.; TYLER, J. W. UND DEGRAVES, F. J. (1993):** **Advances** in the therapy for mastitis.  
Vet Clin North Am Food Anim Pract 9: 499-517
40. **ERSKINE, R. J.; BARTLETT, P. C.; CRAWSHAW, P. C.; GOMBAS, D. M. (1994):** Efficacy of intramuscular oxytetracycline as a dry cow treatment for *Staphylococcus aureus* mastitis.  
J Dairy Sci 77: 3347-3353
41. **ERSKINE, R. J.; BARTLETT, P. C.; TAVERNIER, S. R.; FOWLER, L. H.; WALKER, R. D.; SEGUIN, J. H.; SHUSTER, D. (1998):** Recombinant bovine interleukin-2 and dry cow therapy: efficacy to cure and prevent intramammary infections, safety, and effect on gestation.  
J Dairy Sci 81 (1): 107-115
42. **ERSKINE, R. J.; WALKER, R. D.; BOLIN, C. A.; BARTLETT, P. C. UND WHITE, D. G. (2002):** Trends in antibacterial susceptibility of mastitis pathogens during a seven-year period.  
J Dairy Sci 85: 1111-1118.

43. **FERGUSON, J. D.; AZARRO, G.; GAMBINA M.; LICITRA, G. (2007):** Prevalence of mastitis pathogens in Ragusa, Sicily, from 2000 to 2006.  
J Dairy Sci 90 (12): 5798-5813
44. **FOX, L. K.; HANCOCK, D. D. (1989):** Effect of segregation on prevention of intramammary infections by *Staphylococcus aureus*.  
J Dairy Sci 72: 540-544
45. **FOX, L. K.; GERSHMAN, M.; HANCOCK, D. D.; HUTTON, C. T. (1991):** Fomites and reservoirs of *Staphylococcus aureus* causing intramammary infections as determined by phage typing: the effect of milking time hygiene practices.  
Cornell Vet 81 (2): 183-193
46. **FOX, L. K.; CHESTER, S. T.; HALLBERG, J. W.; NICKERSON, S. C.; PANKEY, J. W.; WEAVER, L. D. (1994):** Survey of intramammary infections in dairy heifers at breeding age and first parturition.  
J Dairy Sci 78 (7): 1619-1628
47. **FRITON, G. M. (1998):** Untersuchung zum Erfolg verschiedener Behandlungsformen bei laktierenden Kühen mit subklinischer Mastitis.  
Universität Leipzig, veterinärmed. Fak., Dissertation
48. **FROST, A. J. (1975):** Selective adhesion of microorganisms to ductular epithelium of bovine mammary gland.  
Infect Immun 12: 1154-1156
49. **FROST, A. J.; WANASINGHE, D. D.; WOOLCOCK, J. B. (1977):** Some factors affecting selective adherence of microorganisms in bovine mammary gland.  
Infect Immun 15, 245-253
50. **GILLESPIE, B. E.; OWENS, W. E.; NICKERSON, S. C.; OLIVER, S. P. (1999):** Deoxyribonucleic acid fingerprinting of *Staphylococcus aureus* from heifer mammary secretions and from horn flies.  
J Dairy Sci 82: 1581-1585
51. **GIRAUDO, J. A.; CALZOLARI, A.; RAMPONE, H.; RAMPONE, A.; GIRAUDO, A. T.; BOGNI, C; LARRIESTRA, A.; NAGEL, R. (1997):** Field trials of a vaccine against bovine mastitis. 1. Evaluation in heifers.  
J Dairy Sci 80: 845-853
52. **GRIFFIN, T. K.; DODD, F. H.; BRAMLEY, A. J. (1982):** Antibiotic therapy in the control of mastitis.  
Proc Brit Cattle Vet Ass 4: 137-152
53. **GROMMERS, F. J.; VAN DE GEER, D.; IN'T VEEN, C. A. (1985):** Duration of bovine intramammary infections in commercial dairy herds.  
Vet Rec 116: 581-584



54. **GROTH, B. (1992):** Untersuchungen zur Eutergesundheitssituation in Betrieben mit erhöhtem Zellgehalt in der Anlieferungsmilch im Saarland unter Berücksichtigung melktechnischer Mängel und anderer Umweltfaktoren.  
Tierärztliche Hochschule Hannover, Dissertation
55. **GUTJAHR, S.; SCHULZ, J.; MUNIEM, A.; BECK, K.(1997):** Zur Beeinflussung des Harnstoffgehaltes in Rindermilchproben durch den Gesundheitszustand des Euters.  
Prakt Tierarzt 78: 573 – 580
56. **HALLBERG, J. W.; HENKE, C. L.; MILLER, C. C. (1994):** Intramammary antibiotic therapy: to treat or not to treat? Effects of antibiotic therapy on clinical mastitis.  
Proc Natl Mastitis Council 33th Annual Meeting. Orlando, Florida: 28-39
57. **HAMANN, J. (1992):** Mastitisbekämpfung auf der Grundlage zytologischer Befunde der Herdensammelmilch.  
Kieler milchwirtsch. Forschungsber. 44: 327 – 338
58. **HAMANN, J.; KRÖMKER, V. (1999):** Mastitistherapie - Hilfe zur Selbsthilfe  
Prakt Tierarzt 80, Sonderheft colleg.vet XXIX: 38-42
59. **HARMON, R. J. (1994):** Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts.  
J Dairy Sci 77: 2103-2112
60. **HEESCHEN, W.; HAMANN, J. (1987):** Die Bedeutung der Zitzendesinfektion im Rahmen der Mastitisbekämpfung.  
Tierärztl Umschau 42: 362-369
61. **HEESCHEN, W. (1996):** Einfluß von Eutererkrankungen (Mastitiden) auf die Qualität und hygienische Beschaffenheit von Milch.  
Prakt Tierarzt 77: 223-228
62. **HILLERTON, J. E.; BRAMLEY, A. J.; STARKER, R. T.; MCKINNON, C. H. (1995):** Patterns of intramammary infection and clinical mastitis over a 5 year period in a closely monitored herd applying mastitis control measures.  
J Dairy Res 62: 39–50
63. **HOEDEMAKER, M. (1995):** Mastitis bei Erstkalbinnen: Ursachen, Therapie und Prophylaxe.  
Prakt Tierarzt 76: 22-25
64. **HOEDEMAKER, M.; KORFF, B. (1999):** Untersuchungen zum Einsatz einer stallspezifischen Vakzine gegen *Staphylococcus aureus* in einem Milchviehbetrieb.  
Prakt Tierarzt 80: 68-71
65. **HOEDEMAKER, M. (2001):** Neuere Aspekte zur Bekämpfung von *Staphylococcus aureus* als Mastitiserreger.  
Tierärztl Prax 29: 1-7

66. **HOEDEMAKER, M.; KORFF, B.; EDLER, B.; EMMERT, M.; BLECKMANN, E. (2001):** Dynamics of *Staphylococcus aureus* infections during vaccination with an autogenous bacterin in dairy cattle.  
J Vet Med B Infect Dis Vet Public Health 48: 373-383
67. **HOGAN, J. S.; SMITH, K. L.; HOBLET, K. H.; TODHUNTER, D. A.; SCHOENBERGER, P. S.; HUESTON, W. D.; PRITCHARD, D. E.; BOWMAN, G. L.; HEIDER, L. E.; BROCKETT, B. L.; CONRAD, H. R. (1989a):** Bacterial counts in bedding materials used on nine commercial dairies.  
J Dairy Sci 72: 250–258
68. **HOGAN, J. S.; SMITH, K. L.; HOBLET, K. H.; SCHOENBERGER, P. S.; TODHUNTER, D. A.; HUESTON, W.D.; PRITCHARD, D. E.; BOWMAN, G. L.; HEIDER, L. E.; BROCKETT, B. L. ET AL. (1989b):** Field survey of clinical mastitis in low somatic cell count herds.  
J Dairy Sci 72 (6): 1547-56
69. **HOLDAWAY, R. J.; HOLMES, C. W.; STEFFERT, I. J. (1996):** A comparison of indirect methods for diagnosis of subclinical intramammary infection of cows. Part 2: The discriminative ability of eight parameters in foremilk from individual quarters and cows.  
Aust J Dairy Technol 51: 72 – 78
70. **HUTTON, C. T.; FOX, L. K.; HANCOCK, D. D. (1990):** Mastitis control practices: Differences between herds with high and low milk somatic cell counts.  
J Dairy Sci 73: 1135-1143
71. **INGR, I. (1973):** Zusammensetzung und Eigenschaften des Kuhmilchfettes bei subklinischen Mastitiden.  
Mol Nutr Food Res 7, 215-223
72. **JACOBI, U. (1988):** Störungen des N-Stoffwechsels beim Wiederkäuer In: Rossow, N.; Horvath, Z. (Hrsg): Innere Krankheiten der Haustiere G. Fischer Verl. Jena, Stuttgart, 277-94
73. **JONES, M.A.S.; SHANNON, A.D. (1972):** The control of the level of *staphylococcal* contamination of the bovine Udder by shed management.  
NZ Vet J 20: 179–182
74. **JONES, G. M.; BAILEY, J. T. L.; ROBERSON, J. R. (1998):** *Staphylococcus aureus* mastitis: Cause, Detection and Control.  
Virginia Cooperative Extension Service: 404-229
75. **KALMUS, P.; VILTROP, A.; AASMÄE, B.; KASK, K. (2006):** Occurrence of clinical mastitis in primiparous Estonian dairy cows in different housing conditions.  
Acta Vet Scand 48: 21

76. **KASCHE, S. (1995):** Pathogenese und Therapie der Staphylokokkenmastitis des Rindes. Eine Literaturstudie.  
Tierärztliche Hochschule Hannover, Dissertation
77. **KELTON, D.; GODKIN, A.; ALVES, D.; LISSEMORE, K.; LESLIE, K.; SMART, N.; CHURCH, C.; MEADOWS, P. (1999):** Prevalence of *Staphylococcus aureus* on Ontario dairy farms- lesson from the Sentinel herds.  
Proc National Mastitis Council 38th Annual Meeting, Arlington, Virginia: 142-143
78. **KIRK, J. H. (1991):** Diagnosis and treatment of difficult mastitis cases. Part 1: *Staphylococcus* and *Pseudomonas*.  
Agri Practice 12: 5-8
79. **KIRK, J. H.; BERRY, S. L.; GARDNER, I. A.; MAAS, J.; AHMADI, A. (1997):** Dry cow antibiotic treatment in a herd with low contagious mastitis prevalence.  
Proc National Mastitis Council 36th Annual Meeting, Madison, Wisconsin: 164
80. **KIRST, E.; BRANDT, H.; RATHJEN, J. (2001):** Die Zellzahlen der Milch-Untersuchungen über die Eutergesundheit der Milchkühe.  
DMZ,-Lebensmittelindustrie-und-Milchwirtschaft, 122 (14): 576-584
81. **KITCHEN, B. J. (1981):** Review of progress of dairy science: bovine mastitis: milk compositional changes and related diagnostic tests.  
J Dairy Res 48(1): 167-188
82. **KLAstrup, O. (1963):** Mastitis control in Denmark. Procedures and Experiences.  
Bull Off Int Epiz 60: 501-511
83. **KÖGLER H. (2005):** Einfluß der Liegeboxengestaltung auf die Gelenk- und Eutergesundheit von Milchkühen.  
Gumpensteiner Bautagung, HBLFA Raumberg-Gumpenstein: 37–41.
84. **KÖSTER, G. (2004):** Einflüsse auf die Eutergesundheit und Verbreitung von Mastitiserregern sowie deren Resistenzlage in Brandenburger Milchviehbetrieben.  
Freie Universität Berlin, veterinärmed. Fak., Dissertation  
[http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS\\_thesis\\_000000001614](http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS_thesis_000000001614)
85. **KRABISCH, P.; GANGL, A.; WITTKOWSKI, G.; FEHLINGS, K. (1999):** Prävalenz der Antibiotika-Resistenz in Milchviehherden bei Infektionserregern mit humanmedizinischer Bedeutung.  
Chemotherapie J 6: 210-218
86. **KRÖMKER, V.; J. FRIEDRICH; KLOCKE, D. (2008):** Ausscheidung und Nachweis von *Staphylococcus aureus* über Milch aus infizierten Milchdrüsenvierteln  
Tierärztl Praxis 36 (G) 6: 389-392

87. **KRÖMKER, V., PADUCH, J.-H., BORMANN, A., FRIEDRICH J., ZINKE, C. (2010a):** Nachweisverfahren zur Beurteilung der Keimbelastung in Einstreumaterialien und des daraus resultierenden Mastitisrisikos. Tierärztl Praxis 38 (G): 73-78
88. **KRÖMKER, V.; PADUCH, J.-H.; KLOCKE, D.; FRIEDRICH, J.; ZINKE, C. (2010b):** Wirksamkeit einer verlängerten Arzneimittelapplikation zur Behandlung mittel- und hochgradiger klinischer Mastitiden bei Milchkühen. Berl Münch Tierärztl Wochenschr 123: 147–152
89. **LABOHM, R.; GÖTZ, E.; LUHOFER, G.; HESS, R. G.; BOSTEDT, H. (1998):** Factors influencing the somatic milk-cell-count in dairy cows. 1. Influence of bacteriological findings, stage and number of lactation. Milchwissenschaft 53: 63–66
90. **LEITNER, G.; LUBASHEVSKY, E.; TRAININ, Z. (2003a):** *Staphylococcus aureus* vaccine against mastitis in dairy cows, composition and evaluation of its immunogenicity in a mouse model. Vet Immunol Immunopathol 93 (3-4): 159-167
91. **LEITNER, G.; YADLIN, N.; LUBASHEVSKY, E.; EZRA, E.; GLICKMAN, A.; CHAFFER, M.; WINKLER, M.; SARAN, A. UND TRAININ, Z. (2003b):** Development of a *Staphylococcus aureus* vaccine against mastitis in dairy cows. II. Field trial. Vet Immunol Immunopathol 93 (3-4): 153-158
92. **LEITNER, G.; MERIN, U.; SILANIKOVE, N. (2004):** Changes in Milk Composition as Affected by Subclinical Mastitis in Goats J Dairy Sci 87: 1719–1726
93. **MATOS, J. S.; WHITE, D. G.; HARMON, R. J. UND LANGLOIS, B. E. (1991):** Isolation of *Staphylococcus aureus* from sites other than the lactating mammary gland. J Dairy Sci 74: 1544-1549
94. **MATTHEWS, K. R.; HARMON, R. J.; LANGLOIS, B. E. (1992):** Prevalence of *Staphylococcus* species during the periparturient period in primiparous and multiparous cows. J Dairy Sci 75: 1835-1839
95. **MIELKE, H.; MICHEL, G. (1994):** Schutz und Abwehrmechanismen (Immunologie) des Rindereuters In: Wendt, K., H. Bostedt, H. Mielke und H.-W. Fuchs (Hrsg): Euter- und Gesäugekrankheiten, G. Fischer Verl. Jena, Stuttgart, 94-105
96. **MILES, H.; LESSER, W.; SEARS, A. P. (1992):** The economic implications of bioengineered mastitis control. J Dairy Sci 75: 596-605
97. **MYLLYS, V.; ASPLUND, K.; BROFELDT, E.; HIRVELÄ-KOSKI, V.; HONKANEN-BUZALSKI, T.; JUNTILA, J.; KULKAS, L.; MYLLYKANGAS,**

- O.; NISKANEN, M.; SALONIEMI, M.; SARANPÄÄ, T. (1998):** Bovine mastitis in Finland in 1988 and 1995 – Changes in prevalence and antimicrobial resistance.  
Acta Vet Scand 39: 119-126
- 98. NEAVE, F. K.; DODD, F. H.; KINGWILL, R. G.; WESTGARTH, D. R. (1969):** Control of mastitis in the dairy herd by hygiene and management.  
J Dairy Sci 52: 696-707
- 99. NORDHAUG, M. L.; NESSE, L. L.; NORCROSS, N. L. UND GUDDING, R. (1994):** A field trial with an experimental vaccine against *Staphylococcus aureus* mastitis in cattle. 1. Clinical parameters.  
J Dairy Sci 77: 1267-1275
- 100. NICKERSON, S.C. (2001):** Replacement heifers: the future milking herd.  
Virginia Tech Dairy Conferences, Virginia: 40-51
- 101. OLDE RIEKERINK, R. G. M.; BARKEMA, H. W.; VEENSTRA, S.; POLLE, D. E.; DINGWELL, R. T.; KEEFE, G. P. (2006):** Prevalence of contagious mastitis pathogens in bulk tank milk in Prince Edward Island.  
Can Vet J 47: 567-572
- 102. OLIVER, S. P.; MITCHELL, B. A. (1983):** Susceptibility of bovine mammary gland to infections during the dry period  
J Dairy Sci 66: 1162-1166
- 103. OLIVER, S. P.; GILLESPIE, B. E.; HEADRICK, S. J.; MOOREHEAD, H.; LUNN, P.; DOWLEN, H. H.; JOHNSON, D. L.; LAMAR, K. C.; CHESTER, S. T.; MOSELEY, W. M. (2004):** Efficacy of extended ceftiofur intramammary therapy for treatment of subclinical mastitis in lactating dairy cows.  
J Dairy Sci 87: 2393-2400
- 104. OLTENACU, P. A.; EKESBO, I. (1994):** Epidemiological study of clinical mastitis in dairy cattle.  
Vet. Res. 25: 208–212
- 105. OSTERAS, O.; LUND, A. (1988):** Epidemiological analyses of the associations between bovine udder health and milkingmachine and milking management.  
Prev Vet Med 6: 91-108
- 106. OWENS, W. E.; RAY, C. H.; BODDIE, R. L. UND NICKERSON, S. C. (1997):** Efficacy of sequential intramammary antibiotic treatment against chronic *S. aureus* intramammary infections.  
Large Animal Practice 18: 10-12
- 107. OWENS, W. E.; OLIVER, S. P.; GILLESPIE, B. E.; RAY, C. H. UND NICKERSON, S. C. (1998):** Role of horn flies (*Haematobia irritans*) in *Staphylococcus aureus*-induced mastitis in dairy heifers.  
Am J Vet Res 59: 1122-1124

108. **OWENS, W. E.; NICKERSON, S. C. UND RAY, C. H. (1999):** Efficacy of parenterally or intramammarily administered tilmicosin or ceftiofur against *Staphylococcus aureus* mastitis during lactation.  
J Dairy Sci 82: 645-647
109. **OWENS, W. E.; NICKERSON, S. C.; BODDIE, R. L.; TOMITA, G. M. UND RAY, C. H. (2001):** Prevalence of mastitis in dairy heifers and effectiveness of antibiotic therapy.  
J Dairy Sci 84: 814-817
110. **OZ, H. H.; FARNSWORTH, R. J.; LARSON, V. L. (1985):** Environmental mastitis.  
Vet Bull 55: 829-841
111. **PACHE, S. RÖSSNER, S., HÖRIG, O. (2007):** Hitzestress bei Kühen - Anforderungen der Milchkühe an sommertaugliche Außenklimaställe  
8. Jahrestagung Wissenschaftliche Gesellschaft der Milcherzeugerberater e.V.  
17./18.10.2007, Poing (Grub): 12-17
112. **PADUCH, J.-H.; KRÖMKER, V. (2011):** Besiedlung von Zitzenhaut und Zitzenkanal laktierender Milchrinder durch euterpathogene Mikroorganismen.  
Tierärztl Praxis 2 (G): 71-76
113. **PANKEY, J. W.; BARKER, R. M.; TWOMEY, A.; DUIRS, G. (1982):** Comparative efficacy of dry-cow treatment regimes against *Staphylococcus aureus*.  
N Z Vet J 30: 13-15
114. **PANKEY, J. W.; DRECHSLER, P. A.; WILDMAN, E. E. (1991):** Mastitis prevalence in primigravid heifers at parturition.  
J Dairy Sci 74: 1550-1552
115. **PETERSSON-WOLFE, C. S.; MULLARKY, I. K.; JONES, G. M. (2010):** *Staphylococcus aureus* Mastitis: Cause, Detection, and Control  
Virginia Cooperative Extension 404-229  
<http://pubs.ext.vt.edu/404/404-229/404-229.html>
116. **PHILPOT, W. N. (1979):** Control of mastitis by hygiene and therapy.  
J Dairy Sci 62: 168–176.
117. **PHILPOT, W. N. (1984):** Economics of mastitis control.  
Vet Clin North Am Large Anim Pract 6: 233–245
118. **POELAREND, J. J.; HOGEEVEN, H.; SAMPIMON, O. C.; SOL, J. (2001):** Monitoring subclinical mastitis in Dutch Dairy Herds.  
Proc. 2nd International Symposium on Mastitis and Milk Quality, National Mastitis Council, Vancouver, Canada: 145-149
119. **PÖSÖ, J.; MÄNTYSAARI, E. A. (1996):** Relationships between clinical mastitis, somatic cell score, and production for the first three lactations of Finnish Ayrshire.

J Dairy Sci 79: 1284–1291

- 120. RAJALA, P. J.; GRÖHN, Y. T. (1998):** Disease occurrence and risk factor analysis in Finnish Ayrshire cows.  
Acta vet Scand 39: 1–13
- 121. RAJALA-SCHULTZ, P. J.; GRÖHN, Y. T.; MCCULLOCH, C. E.; GUARD, C. L. (1999):** Effects of clinical mastitis on milk yield in dairy cows.  
J Dairy Sci 82: 1213–1220
- 122. RAMPONE, H.; BOGNI, C.; GIRAUDO, J.; CALZOLARI, A. (1993):** Identification of *staphylococci* from milk in Argentina.  
Zbl Bakt 279: 537-543
- 123. RENNER, E. (1975):** Untersuchungen über mehrere Parameter der Milch zur Feststellung von Sekretionsstörungen.  
Arch Lebensmittelhyg 26: 163 – 171
- 124. REPEL, C.; FALKENBERG, U.; JUNG, M., HEUWIESER, W. (2005):** Comparison of the strains of *Staphylococcus aureus* between dairy cows and heifers at time of calving.  
Proc Natl Mastitis Council 44th Annual Meeting, Orlando, Florida: 283-284
- 125. ROBERSON, J. R.; FOX, L. K.; HANCOCK, D. D.; GAY, C. C.; BESSER, T. E. (1994a):** Coagulase positive *Staphylococcus* intramammary infections in primiparous dairy cows.  
J Dairy Sci 77: 958-969
- 126. ROBERSON, J. R.; FOX, L. K.; HANCOCK, D. D.; GAY, J. M.; BESSER, T. E. (1994b):** Ecology of *Staphylococcus aureus* isolated from various sites on dairy farms.  
J Dairy Sci 77: 3354-3364
- 127. ROBERSON, J. R.; FOX, L. K.; HANCOCK, D. D.; GAY, J. M.; BESSER, T. E. (1996):** Prevalence of coagulase-positive *staphylococci*, other than *Staphylococcus aureus*, in bovine mastitis.  
Am J Vet Res 57: 54-58
- 128. ROBERSON, J. R.; FOX, L. K.; HANCOCK, D. D.; GAY, J. M.; BESSER, T. E. (1998):** Sources of intramammary infections from *Staphylococcus aureus* in dairy heifers at first parturition.  
J Dairy Sci 81 (3): 687-693
- 129. ROBERSON, J. R. (1999):** Epidemiology of *Staphylococcus aureus* on dairy farms.  
Proc. National Mastitis Council 38th Annual Meeting, Arlington, Virginia  
<http://www.nmconline.org/articles/staphepid.htm>
- 130. RYAN, M. P.; FLYNN, J.; HILL, C.; ROSS, R. P; MEANY, W. J. (1999):** The natural food grade inhibitor, Lacitacin 3147, reduced the incidence of mastitis

after experimental challenge with *Streptococcus dysgalactiae* in nonlactating dairy cows.

J Dairy Sci 82: 2108-2114

131. **SAMBRAUS, H. H.; SCHÖN, H.; HAIDN, B. (2002):** Tiergerechte Haltung von Rindern. In: Methling, W.; Unselm, J. (Hrsg.): Umwelt- und tiergerechte Haltung von Nutz-, Heim- und Begleittieren, Parey Buchverlag Berlin, 281-332
132. **SARGEANT, J. M.; SCOTT, H. M.; LESLIE, K. E.; IRELAND, M. J.; BASHIRI, A. (1998):** Clinical mastitis in dairy cattle in Ontario: frequency of occurrence and bacteriological isolates.  
Can Vet J 39: 33–38
133. **SCHEIBE, N. (2006):** Untersuchungen zur Diagnostik und Epidemiologie von *Staphylococcus aureus* in Milchviehbetrieben in Brandenburg.  
Freie Universität Berlin, veterinärmed. Fak., Dissertation
134. **SCHREINER D. A. K; RUEGG P. L. (2003):** Relationship between udder and leg hygiene scores and subclinical mastitis.  
J Dairy Sci 86: 3460–3465
135. **SCHUKKEN, Y. H.; GROMMERS, F. J.; VAN DE GEER, D.; BRAND, A. (1989):** Incidence of clinical mastitis on farms with low somatic cell counts in bulk milk.  
Vet Rec 125 (3): 60-63
136. **SCHUKKEN, Y. H.; GROMMERS, F. J.; VAN DE GEER, D.; ERB, H. N.; BRAND, A. (1990):** Risk factors for clinical mastitis in herds with a low bulk milk somatic cell count: 2. Risk factors for *E. coli* and *S. aureus*.  
J Dairy Sci 74: 826-832
137. **SCHULZ, J. (1994):** Erkrankungen der Milchdrüse des Rindes. In: Wendt, K., H. Bostedt, H. Mielke und Fuchs, H.-W. (Hrsg.): Euter- und Gesäugekrankheiten, G. Fischer Verl. Jena, Stuttgart, 226-330
138. **SEARS, P. M.; SMITH, B. S.; ENGLISH, P. B.; HERER, P. S.; GONZALEZ, R. N. (1990):** Shedding pattern of *Staphylococcus aureus* from bovine intramammary infections.  
J Dairy Sci 73: 2785-2789
139. **SEARS, P. M.; BELSCHNER, A. P. (1999):** Alternative management and economic consideration in *Staphylococcus aureus* elimination programs.  
Proc National Mastitis Council 38th Annual Meeting, Arlington, Virginia, 86-89
140. **SEFFNER, W.; BERGMANN, A. (1994):** Staphylokokken-Infektionen. In: Wendt, K., H. Bostedt, H. Mielke und H.-W. Fuchs (Hrsg.): Euter- und Gesäugekrankheiten, G. Fischer Verl. Jena, Stuttgart, 349-359
141. **SELBITZ, H. J. (1992):** *Micrococcaceae*. In: Selbitz, H. J. (Hrsg.): Lehrbuch der veterinärmedizinischen Bakteriologie. Fischer Verl. Jena, Stuttgart, 152-159



- 142. SELBITZ, H. J. (2002):** Infektionen und Krankheiten durch grampositive Kokken. In: M. Rolle, Mayer, A. (Hrsg.): Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre. Enke Verlag, Stuttgart, 506-518
- 143. SERIEYS, F.; RAGUET, Y.; GOBY, L.; SCHMIDT, H.; FRITON, G. (2005):** Comparative efficacy of local and systemic antibiotic treatment in lactating cows with clinical mastitis.  
J Dairy Sci 88 (1): 93-9
- 144. SHELDRAKE, R. F., HOARE, R. J. T., MCGREGOR, G. D. (1983):** Lactation stage, parity, and infection affecting somatic cells, electrical conductivity, and serum albumin in milk.  
J Dairy Sci: 66: 542–547
- 145. SHKRETA, L.; TALBOT, B. G.; DIARRA, M. S.; LACASSE, P. (2004):** Immune responses to a DNA/protein vaccination strategy against *Staphylococcus aureus* induced mastitis in dairy cows.  
Vaccine 23: 114-126
- 146. SISCHO, W. M.; HEIDER, L. E.; MILLER, G. Y.; MOORE, D. A. (1993):** Prevalence of contagious pathogens of bovine mastitis and use of mastitis control practices.  
J Am Vet Med Assoc 202: 595-600
- 147. SMITH, K. L.; TODHUNTER, D. A.; SCHOENEBERGER, P. S. (1985):** Environmental mastitis: cause, prevalence, prevention.  
J Dairy Sci 68: 1531–1553
- 148. SMITH, K. L., HOGAN, J. S., SCHOENBERGER, P. S., TODHUNTER, D. A. (1987):** A practical look at environmental mastitis.  
Proc National Mastitis Council, Orlando, Florida, 102.
- 149. SMITH, K. L.; HOGAN, J. S. (1993):** Environmental Mastitis.  
Vet Clin North Am Food Anim Pract 9: 489-498
- 150. SMITH, K. L.; HOGAN, J. S. (1995):** Epidemiology of mastitis.  
Proceedings of the third IDF International Mastitis Seminar, Tel-Aviv, Israel, S6, 3–13
- 151. SOBACK, S.; ZIV, G.; WINKLER, M.; SARAN, A. (1990):** Systemic dry cow therapy - a preliminary report.  
J Dairy Sci 73: 661-666
- 152. SOBIRAJ, A.; ILLING, C.; FRIEBEL, H.; BARTEL, K.; RICHTER, A. (2000):** Heilungsrate bei Kühen mit subklinischer und unspezifischer Mastitis durch den Einsatz von antibiotikahaltigen Langzeitpräparaten zum Zeitpunkt des Trockenstellens, gleichzeitig eine Vergleichsstudie.  
Tierärztl Umschau 55: 315-320

153. **SOL, J.; SAMPIMON, O. C.; SNOEP, J. J.; SCHUKKEN, Y. H. (1994):** Factors associated with bacteriological cure after dry cow treatment of subclinical *staphylococcal* mastitis with antibiotics.  
J Dairy Sci 77: 75-79
154. **SOL, J.; SAMPIMON, O. C.; SNOEP, J. J.; SCHUKKEN, Y. H. (1997):** Factors associated with bacterial cure during lactation after therapy for subclinical mastitis caused by *Staphylococcus aureus*.  
J Dairy Sci 80: 2803-2808
155. **SOL, J.; SAMPIMON, O. C.; BARKEMA, H. W.; SCHUKKEN, Y. H. (2000):** Factors associated with cure after therapy of clinical mastitis caused by *Staphylococcus aureus*.  
J Dairy Sci 83: 278-284
156. **SOMMERHÄUSER, J.; KLOPPERT, B.; WOLTER, W.; ZSCHÖCK, M.; SOBIRAJ, A.; FAILING, K. (2003):** The epidemiology of *Staphylococcus aureus* infections from subclinical mastitis in dairy cows during a control programme.  
Vet Microbiol 96: 91-102
157. **STORPER, M.; ZIV, G. (1985):** Multiple and combination dry period antibiotic therapy of *Staphylococcus aureus*.  
Kieler Milchwirtsch Forschungsbericht 37: 533-537
158. **SUTRA, L.; POUTREL, B. (1990):** Detection of capsular polysaccharide in milk of cows with intramammary infections caused by *Staphylococcus aureus*.  
Am J Vet Res 51: 1857-1859
159. **TAKEUCHI, S.; ISHIGURO, K.; IKEGAMI, M.; KAIDOH, T.; HAYAKAWA, Y. (1998):** Production of toxic shock syndrome toxin by *Staphylococcus aureus* isolated from mastitic cow's milk and farm bulk milk.  
Vet Microbiol 59 (4): 251-258
160. **TOLLE, A.; HEESCHEN, W. UND HAMANN, J. (1977):** Grundlagen einer systematischen Bekämpfung der subklinischen Mastitis des Rindes.  
Kieler Milchwirtsch Forschungsber 29: 3-103.
161. **TOLLE, A. (1982):** Die subklinische Kokkenmastitis des Rindes.  
Zbl Vet Med B 29: 329-358
162. **UEHLINGER, P. (1999):** Untersuchung über die Effektivität einer zusätzlichen parenteralen Applikation von Antibiotika bei der Behandlung von chronischen Mastitiden.  
Universität Zürich, veterinärmed. Fak., Dissertation
163. **WAAGE, S.; SVILAND, S.; ØDEGAARD, S. A. (1998):** Risk factors for clinical heifer mastitis.  
Proceedings of the XXth World Buiatrics Congress, Sydney, Australia, Vol. I, 231-235

- 164. WATSON D. L.; MCCOLL, M. L.; DAVIES, H. I. (1996):** Field trial of al *staphylococcal* mastitis vaccine in dairy herds: clinical, subclinical and microbiological assessments.  
Aust Vet J 74: 447-450
- 165. WEISS, W. P.; HOGAN, J. S.; TODHUNTER, D. A.; SMITH, K. L. (1997):** Effect of vitamin E supplementation in diets with a low concentration of selenium on mammary gland health of dairy cows.  
J Dairy Sci 80 (8): 1728-1737
- 166. WEISS, E. (1999):** Geschlechtsorgane. In: Dahme, E.; Weiss, E.(Hrsg.): Grundriss der speziellen pathologischen Anatomie der Haustiere.  
Enke Verlag Stuttgart, 270-313
- 167. WENDT, K., H. BOSTEDT, H. MIELKE; H. W. FUCHS (1994):** Euter- und Gesäugekrankheiten  
G. Fischer Verl. Jena, Stuttgart, 349-359
- 168. WENDT, K.; LOTTHAMMER, K.H.; FEHLINGS, K.; SPOHR, M. (1998):** Handbuch Mastitis  
Kamlage Verl., Osnabrück, 227-231, 187, 153-159
- 169. WILSON, D. J.; GONZALEZ, R. N.; SEARS, P. M. (1995):** Segregation or use of separate milking units for cows infected with *Staphylococcus aureus*: effects on prevalence of infection and bulk tank somatic cell count.  
J Dairy Sci 78 (9): 2083-5
- 170. WILSON, D. J.; GONZALEZ, R. N.; CASE, K. L.; GARRISON, L. L.; GRÖHN, Y. T. (1999):** Comparison of seven antibiotic treatments with no treatment for bacteriological efficacy against bovine mastitis pathogens.  
J Dairy Sci 82:1664-1670
- 171. WOLTER, W.; KLOPPERT, B.; CASTANEDA V., H.; ZSCHÖCK M. (2002):** Die Mastitis des Rindes, Ein Kursbuch.  
Staatliches Untersuchungsamt Hessen, Gießen
- 172. ZADOKS, R. N.; ALLORE, H. G.; BARKEMA, H. W.; SAMPIMON, O. C.; WELLENBERG, G. J.; GROHN, Y. T.; SCHUKKEN, Y. H. (2001):** Cow- and quarter-level risk factors for *Streptococcus uberis* and *Staphylococcus aureus* mastitis.  
J Dairy Sci 84 (12): 2649-2663
- 173. ZADOKS, R. N.; LEEUWEN, W. B. VAN; KREFT, D.; FOX, L. K.; BARKEMA, H. W.; SCHUKKEN, Y. H.; BELKUM, A. VAN (2002):** Comparison of *Staphylococcus aureus* Isolates from Bovine and Human Skin, Milking Equipment, and Bovine Milk Phage Typing, Pulsed-Field Gel Electrophoresis and Binary Typing  
J Clin Microbiol: 3894-3902

- 174. ZECCONI, A.; PICCININI, R.; CASULA, A.; ZEPPONI, A. (1998):** Epidemiological study on new intramammary infections after calving in 7 dairy herds.  
Proceedings of the XXth World Buiatrics Congress, Sydney, Australia, Vol. I, 291–295
- 175. ZIPP, K.; KUSCHE, D; BAARS, T. (2009):** Erfahrungswissenschaftliche Evaluierung von 7 ökologischen Milchviehbetrieben mit überdurchschnittlich guten Zellzahlen. In: Mayer, J.; Alföldi, T.; Leiber, F.; et al. (Hrsg.) Werte – Wege – Wirkungen. Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Zürich, Band 2, 46-49
- 176. ZIV, G.; STORPER, M.; SARAN, A. (1981):** Comparative efficacy of three antibiotic products for the treatment and prevention of subclinical mastitis during the dry period.  
Vet Q 3: 74-79
- 177. ZIV, G.; NERIYA, A.; STORPER, M. (1987):** Efficacy of an intramammary Nifuroquine dry cow product in the elimination and prevention of udder infections.  
Isr J Vet Med 43: 51-52
- 178. ZOCHÉ, V.; HEUWIESER, W.; KRÖMKER,V. (2011):** Risikoorientiertes Monitoring der Eutergesundheit.  
Tierärztl Praxis 2 (G): 88-94

**9      Anhang**

**Haltungsbedingungen**

Wieviele gehaltene Kühe sind vorhanden?		< 300	300-600	> 600

Art der Liegeflächen	Abkalbestall				Leistungsgruppe				Trockensteher			
	Tiere in letzten Trächtigkeitswochen			Tiere um Geburtszeitraum			Tiefstreu	Liegebox eingestreut	Liegebox m. Matte	Tiefstreu	Liegebox	Spaltenboden
	Tiefstreu	Liegebox m. Stroh/Streu	Anbindehaltung	Tiefstreu	Abkalbebox mit Matte	Liegebox						
Sauberkeit der Liegeflächen												
	sehr sauber	normal	stark verschmutzt	sehr sauber	normal	stark verschmutzt	sehr sauber	normal	stark verschmutzt	sehr sauber	normal	stark verschmutzt
Annahme der Liegeflächen	gut	mittel	schlecht	gut	mittel	schlecht	gut	mittel	schlecht	gut	mittel	schlecht
	gut	mittel	schlecht	gut	mittel	schlecht	gut	mittel	schlecht	gut	mittel	schlecht
Art der Laufflächen	planbefestigt	Gummi-spaltenboden	Betonspaltenboden	planbefestigt	Gummi-spaltenboden	Betonspaltenboden	planbefestigt	Gummi-spaltenboden	Betonspaltenboden	planbefestigt	Gummi-spaltenboden	Betonspaltenboden
	gut	mittel	schlecht	gut	mittel	schlecht	gut	mittel	schlecht	gut	mittel	schlecht
Beräumung der Laufflächen	Schieber	mobil	gar nicht	Schieber	mobil	gar nicht	Schieber	mobil	gar nicht	Schieber	mobil	gar nicht

# Anhang

Mistfrequenz	ausreichend	nicht ausreichend		ausreichend	nicht ausreichend		ausreichend	nicht ausreichend	
Rutschfestig- keit	gut	mittel	schlecht	gut	mittel	schlecht	gut	mittel	schlecht

	Abkalbestall				Leistungsgruppe				Trockensteher	
	Tiere in letzten Trächtigkeitswochen		Tiere um Geburtszeitraum		Warmstall	Kaltstall	Warmstall	Kaltstall	Warmstall	Kaltstall
Stallklima	Warmstall	Kaltstall			Warmstall	Kaltstall			Warmstall	Kaltstall
Sind Lüfter im Einsatz?	nie	zeitweise	ständig		nie	ständig	nie	ständig	nie	ständig
Ab wann stehen Kühe u. Färsen zusammen?	in letzten Trächtigkeitswochen		um Geburtszeitpunkt		nach Abkalbung in Sperrgruppe/ dann Leistungsherde					

**Melktechnik und Melkhygiene**

Art der Melkanlage	Leistungsherde			Abkalbestall		
	Fischgräte/ Side-by-Side MA	Karusell	Rohr-/ Eimer- melkanlage	Fischgräte/ Side-by-Side MA	Karusell	Rohr-/ Eimer- melkanlage
Betriebsvakuum (in kPa) genaue Zahl:	gering (< 38)	normal (38- 43 )	hoch (> 43)	gering (< 38)	normal (38- 43 )	hoch (> 43)
Taktfrequenz (Saug-/Entlastungstakt)	50/50	60/40	65/35	50/50	60/40	65/35
Melkfrequenz	zweimaliges Melken	dreimaliges Melken	zwei- bis dreimal	einmaliges Abmelken	zweimaliges Melken	dreimaliges Melken
Melkzeugzwischenreinigung- / desinfektion vorhanden?	ja	nein		ja	nein	
Art der Melkzeugzwischen- reinigung-/desinfektion	technisch (AirWash/BackFlush)	Schleppwanne	Sprühverfahren	technisch (AirWash/BackFlush)	Schleppwanne	Sprühverfahren
Mittel	Wasserstoffperoxid	Peressigsäure	sonstige	Wasserstoffperoxid	Peressigsäure	sonstige
Art der Reinigung des Euters	Einweg feucht	Einweg trocken	Mehrweg	Einweg feucht	Einweg trocken	Mehrweg
wenn Mehrweg: Reinigung durch...	kochen bei 60°C	kochen bei 95°C	Kaltdesinfektion	kochen bei 60°C	kochen bei 95°C	Kaltdesinfektion



# Anhang

Werden stark verschmutzte Euter besonders gereinigt?	nein	feuchte Reinigung per Euterdusche oder Eimersystem	Intensivierung des üblichen Reinigungs- verfahrens	nein	feuchte Reinigung per Euterdusche oder Eimersystem	Intensivierung des üblichen Reinigungs- verfahrens
Werden bei der Euterreinigung Desinfektionsmittel verwendet?	ja	nein		ja	nein	
	Leistungsherde			Abkalbestall		
Bewertung der Durchführung der Euterreinigung	gut	mittel	schlecht	gut	mittel	schlecht
Sauberkeit der Euter vor der Reinigung	kaum verschmutzt	mäßig verschmutzt	stark verschmutzt	kaum verschmutzt	mäßig verschmutzt	stark verschmutzt
Sauberkeit der Melker	saubere Kleidung	Kleidung mäßig beschmutzt	Kleidung stark verschmutzt	saubere Kleidung	Kleidung mäßig beschmutzt	Kleidung stark verschmutzt
Welche Handwaschmöglichkeiten sind für die Melker vorhanden?	Möglichkeit zum Ab-spülen mit Wasser	Möglichkeit zum Ab-spülen mit Wasser und Seife	Möglichkeit zum Ab-spülen mit Wasser/ Seife u. Desinfekt- ionsmittel	Möglichkeit zum Ab-spülen mit Wasser	Möglichkeit zum Ab-spülen mit Wasser und Seife	Möglichkeit zum Ab-spülen mit Wasser/ Seife u. Desinfekt- ionsmittel
Werden die Handwasch- möglichkeiten bei Verschmutz- ung wahrgenommen?	ja	nein		ja	nein	
Verwenden die Melker Handschuhe?	ja	nein	gelegentlich	ja	nein	gelegentlich
Art der Zitzendesinfektion	keine	von Hand	technisch	keine	von Hand	technisch

# Anhang

(dippen)									
Wenn von Hand, dann...	sprühen						sprühen		
								tauchen	
Wirkstoffgruppe des Zitzendesinfiziens	lod						lod		
								anderer DVG- geprüfter	anderer ungeprüfter
Ist eine Pflegekomponente enthalten?	ja						ja		
								nein	nein
Handelt es sich um einen Barrieredip?	ja						ja		
								nein	nein

**Mastitismanagement**  
**a) in der Laktation**

Durchführung einer täglichen Sekretkontrolle (Vormelken) durch den Melker	nicht regelmäßig	durch Vormelken in Vormelkbecher ohne Platte	durch Vormelken auf schwarze Platte/ Vormelkbecher
Ab wann wird das Sekret als krankhafte Veränderung eingeschätzt?	schon bei leichter Abweichung vom Milchcharakter („Deckweißwasser“)	bei Auftreten vereinzelter Flocken	bei Auftreten großer Flocken oder/und Fibrinfetzen
Wann erfolgt in klin. Fällen eine BU?	sofort bei festgestellter Veränderung	erst bei Rezidiv	es erfolgt keine BU
Wann erfolgt eine Routine BU?	nach dem Kalben	als Bestandskontrolle	vor dem Trockenstellen
Ab wann wird behandelt?	sofort nach festgestellter Veränderung	nach einem Tag abwarten	erst bei Auftreten von Fieber und/oder anderen Entzündungserscheinungen
Wie wird behandelt?	Behandlung nach tierärztlicher Anweisung	Behandlung nach tierärztlicher Untersuchung	zunächst abwarten und salben/sonstiges
Werden auch andere als das offensichtlich erkrankte Viertel untersucht/ behandelt?	nein	werden untersucht und wenn positiv behandelt	generell werden alle 4 Viertel behandelt

## Anhang

<b>Wird systemisch behandelt?</b>	system. Behandlung nur bei schwerer Klinik	nach Vorliegen einer BU (bei Problemkeimen)	generell sofort

<b>Ab wann werden Kühe mit Zellzahlerhöhung behandelt?</b>	gar nicht	beim ersten Anstieg > 300.000 Zellen	nur Millionäre
<b>Wie werden Kühe mit Zellzahlerhöhung behandelt?</b>	lokale Antibiose	systemische Antibiose	andere Behandlung

### **b) zum Trockenstellen**

<b>Wird vor dem TS eine BU durchgeführt?</b>	nein	bei allen trockenzustellenden Tieren	nur bei Tieren mit erhöhter Zellzahl/ Mastitis in d. Laktation
<b>Weiteres Vorgehen bei positiver BU?</b>	keine Behandlung	Laktationsbehandlung vor dem Trockenstellen	„Behandlung“ durch Trockensteller
<b>Welche Tiere werden unter AB-Schutz trocken gestellt (AB-haltiger Trockensteller)?</b>	keine	selektiv	alle
<b>Welche Wirkstoff wird bei den Trockenstellern verwendet?</b>	Penicillin G	Cloxacillin	Cephalosporin
<b>Werden zum Trockenstellen teat cealer (Zitzenverschluss) verwendet?</b>	nein	äußere Zitzenverschluss	innerer Zitzenverschluss
<b>Wie wird trockengestellt?</b>	abrupt		ausschleichend

Was passiert mit der Milch von mastitiskranken Tieren?	Verfütterung an Kälber	Verfütterung an Kälber nach Erhitzen	Entsorgung

**c) Staph.aureus positiver Befund**

Liegen Ergebnisse über die Resistenzlage bezüglich Staph.aureus vor?	ja		nein
Wird eine Laktationsbehandlung von subklin. Staph.aureus-positiven Tieren durchgeführt?	ja		nein
Kommen Staph.aureus positive Befunde häufig bei Färsen vor?	ja		nein
Wie wird mit Staph. aureus-positiven Tieren verfahren?	Separieren und zuletzt Melken	Selektion (Merzung) ohne Therapie	Behandlung wie andere Mastitiden
Kommt es nach Behandlung oft zu Rezidivierung bzw. Auftreten sog. "therapieresistenter" Tiere?	ja		nein

### 10 Danksagung

Mein erster Dank geht an Professor Dr. Wehrend für die Betreuung und die Unterstützung zur Erstellung dieser Dissertation sowie die kritische Durchsicht der Arbeit.

Desweiteren möchte ich mich bei den Mitarbeitern des Tiergesundheitsdienstes Thüringen bedanken. Ich bedanke mich für das Vertrauen, das mir mit der Überlassung des Themas und dem Bereitstellen der Daten entgegengebracht wurde. Ihre Arbeit und Unterstützung, allen voran Dr. Karsten Donat sowie der gesamte Rindergesundheitsdienst, Frau Dr. Klengel aus dem Milchlabor sowie Herr Timo Leimbach, haben im Wesentlichen zum Gelingen der Arbeit beigetragen.

Außerdem bedanke ich mich bei Dr. K. Failing und Marion Sparenberg von der Arbeitsgruppe Biomathematik und Datenverarbeitung der Justus-Liebig-Universität in Gießen für die statistische Bearbeitung der Daten, sowie bei Julian Schnabel für die Hilfe bei PC-Problemen.

Ich möchte mich bei meiner Familie bedanken, besonders bei meinen Eltern, die mir das Studium ermöglicht haben. Ich danke meinen Schwestern Patricia und Katrin, sowie Jan-Marcus.

Ich danke allen, die mit Ihrer Motivation und Ihrer Unterstützung zum Gelingen meiner Arbeit beigetragen haben.



*édition scientifique*  
**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**

VVB LAUFERSWEILER VERLAG  
STAUFENBERGRING 15  
D-35396 GIESSEN

Tel: 0641-5599888 Fax: -5599890  
[redaktion@doktorverlag.de](mailto:redaktion@doktorverlag.de)  
[www.doktorverlag.de](http://www.doktorverlag.de)

ISBN: 978-3-8359-6063-3

